
Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA, A.C.
AVANCES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS EN MÉXICO
III
TOMO VII
MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

DECLARACIÓN LEGAL

EDITORES
Gloria Verónica Vázquez García
Amalia Martínez García
Cristina E. Solano Sosa
María del Socorro Hernández Montes
Laura Elena Rosales Zárate
María Eugenia Sánchez Morales
Alexandra Monsetrrat García

ISBN GENERAL 978-607-8821-655
Fecha de otorgamiento 02-09-2026

Medicina y Ciencias de la Salud ISBN 978-607-8821-723
Fecha de otorgamiento 02-09-2026

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores.

Temacilli EDITORIAL
Lagos de Moreno, Jalisco
http:/temacilli-editorial.com

D. R. Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. Loma del Bosque 115, Col. Lomas del Campestre, C. P. 37150, León, Guanajuato México.

Hecho en México





PREFACIO

En esta colección se presentan contribuciones de investigación y desarrollo tecnológico realizadas en diversas áreas de la ciencia, cuyo objetivo principal es contribuir a la difusión del quehacer científico y tecnológico que se realiza en México, así como promover el trabajo interdisciplinario entre miembros de diferentes disciplinas científicas.

El presente trabajo está organizado en siete tomos los cuales corresponden a las siguientes áreas científicas: I) Biología y química, II) Biotecnología y ciencias agropecuarias, III) Ciencias sociales, IV) Físico matemáticas y ciencias de la tierra, V) Humanidades, ciencias de la conducta y divulgación científica, VI) Ingenierías, así como VII) Medicina y ciencias de la salud.

Septiembre de 2026
León, Gto., México

Gloria Verónica Vázquez García
Amalia Martínez García
Cristina E. Solano Sosa
María del Socorro Hernández Montes
Laura Elena Rosales Zárate
María Eugenia Sánchez Morales
Alexandra Monsetrrat García

ÍNDICE

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y VARIANTES GENÓMICAS ESTRUCTURALES COMO DETERMINANTES DE DISCREPANCIAS FENOTIPO-GENOTIPO EN *M. Tuberculosis*..... 6

VARIABILIDAD EN LOS VALORES DE REFERENCIA DEL PERFIL RENAL EN LABORATORIOS CLÍNICOS DEL ESTADO DE GUERRERO..... 13

ASOCIACIÓN DEL DETERIORO EN LOS DOMINIOS DE LAS FUNCIONES COGNITIVAS CON EL ESTILO DE VIDA EN MUJERES ADULTAS MAYORES..... 20

RAZONES CULTURALES Y ECONÓMICAS QUE INFLUYEN EN LA LACTANCIA MATERNA EN REGION DE LOS ALTOS DE JALISCO..... 24

EFECTO INHIBITORIO Y EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD CELULAR DE LA QUERCETINA FRENTE A *Enterococcus Faecalis*: UN ESTUDIO IN VITRO..... 28

RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA Y FABRICACIÓN ADITIVA DEL TEJIDO MAMARIO CON DELIMITACIÓN TUMORAL EMPLEANDO MASTOGRAFÍAS COMO EVALUACIÓN ESPACIAL PREVÍA A CIRUGÍA..... 32

FRACTURAS Y SU RESOLUCION NATURAL..... 40

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN NIÑOS DE EDAD ESCOLAR..... 47

ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA INFOGRAFÍA EDUCATIVA DIGITAL SOBRE PREVENCIÓN DE ALTERACIONES POSTURALES EN LA LACTANCIA MATERNA..... 58

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES HIGIÉNICO SANITARIAS DEL SERVICIO DE ALIMENTACIÓN EN UN HOSPITAL DE ZACATECAS..... 67

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN MEDICINA VETERINARIA: UN DESAFÍO CRÍTICO DESDE EL ENFOQUE DE “UNA SALUD”..... 74

HOSPITAL VETERINARIO DE ESPECIALIDADES EN PEQUEÑAS ESPECIES UAQ: LA EXPERIENCIA HOSPITALARIA COMO EJE DE APRENDIZAJE PRÁCTICO EN MEDICINA VETERINARIA..... 78

SEGURIDAD CLÍNICA DE ALTAS DOSIS DE METOTREXATO SIN MONITORIZACIÓN FARMACOCINÉTICA EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON LEUCEMIA LINFOBLÁSTICA AGUDA..... 83

USO MEDICINAL DEL VENENILLO (*Sapium Macrocarpum Müll. Arg.*) EN LA COMUNIDAD DE TEAMOAC MORELOS..... 88

EVALUCIÓN GÉNICA DE LA RESPUESTA EPITELIAL PULMONAR EN UN MODELO MURINO DE EXPOSICIÓN A $PM_{2.5}$ E INFECCIÓN CON *Pseudomonas Aeruginosa*..... 96

COMPARACIÓN DE LOS COADYUVANTES MÁS UTILIZADOS EN LA FASE I PERIODONTAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA..... 104

EXPERIENCIAS DE ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA EN EL USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA INTEGRIDAD ACADÉMICA Y LA DETECCIÓN DE PLAGIO..... 120

EVIDENCIA CLÍNICA DEL IMPACTO DE LA DIABETES MELLITUS TIPO II ASOCIADO A ENFERMEDAD PERIODONTAL: REPORTE DE CASO..... 131

ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DIABETES MELLITUS TIPO 2 MEDIANTE FINDRISC EN ADULTOS DE 20 A 39 AÑOS..... 134

ANÁLISIS FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO DE *Stevia Rebaudiana* Y SU USO COMO POSIBLE AGENTE BACTERIOSTÁTICO FRENTE A BACTERIAS CARIOGÉNICAS EN LA CAVIDAD BUCAL..... 142

CARIES Y SALUD BUCAL EN ESTUDIANTES DE UNA TELESECUNDARIA EN ZACATECAS DURANTE DOS CICLOS ESCOLARES 147

EFECTO DEL BLOQUEO DEL RECEPTOR IGF-1R SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN UN MODELO DE SÍNDROME METABÓLICO INDUCIDO POR DIETA 160

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA MUSCULAR DE MIEMBROS SUPERIORES EN UN ATLETA DE HALTEROFILIA DE ALTO RENDIMIENTO 170

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE "*Melissa Officinalis*" EN EL ESTRÉS ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA DE LA FESI 175

EFECTO DE UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA SOBRE LA HORA DORADA PARA ENFERMERÍA EN EL ÁREA DE ONCOLOGÍA PEDIÁTRICA EN UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL 186

COINFECCIÓN BRONCOPULMONAR POR *Lophomonas Blattarum* Y *Pneumocystis Jirovecii*: REPORTE DE UN HALLAZGO EN MORELIA, MICHOACÁN 195

CONDICIÓN BUCODENTAL Y SU REPERCUSIÓN EN LA CALIDAD DE VIDA DE ADULTOS MAYORES RESIDENTES EN UN ASILO 203

USO DE TOPÓGRAFO CORNEAL PARA LA MEDICIÓN DEL RADIO DE CURVATURA Y ASFERICIDAD DE LA SUPERFICIE ANTERIOR DE LENTES DE CONTACTO RÍGIDOS 210

EXPERIENCIA DE CARIES EN DENTICIÓN TEMPORAL EN DOS PREESCOLARES DE TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO, MÉXICO EN 2025 (ESTUDIO COMPARATIVO) 216

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN UN ESTABLECIMIENTO DE COMIDA RÁPIDA EN ZACATECAS 223

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE ROMERO (*Rosmarinus Officinalis.L*) SOBRE LOS PARÁMETROS CLÍNICOS, METABÓLICOS Y DE ESTRÉS OXIDATIVO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 PERTENECIENTES AL ISSSTE, ZACATECAS 229

AMAMANTAR: LO QUE LAS MUJERES CONOCEN, CREEN Y PONEN EN PRÁCTICA. UN ESTUDIO DE CASO 239

PRESENCIA DE *Staphylococcus Aureus* MULTIRRESISTENTE, AISLADO EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA VENOSA CRÓNICA 244

FACTORES DETERMINANTES DE RIESGO A TUBERCULOSIS LATENTE EN ENTORNOS MINEROS DE ZACATECAS 251

COMPARACIÓN DEL ÍNDICE MCAULEY Y HOMA-IR PARA LA DETECCIÓN DE RESISTENCIA A LA INSULINA EN ADULTOS JÓVENES MEXICANOS 257

ARQUITECTURA NEURONAL GUIADA POR AXIOMAS PARA DIAGNÓSTICO MÉDICO CONFIABLE: UN ENFOQUE REGULATORIAMENTE ALINEADO PARA SOPORTE A LA DECISIÓN CLÍNICA 263

EXPERIENCIAS DE PACIENTES CON TRATAMIENTO DE MICROPUNTURA PARA REGENERACIÓN CELULAR CUTÁNEA EN ESTRÍAS Y CICATRICES 272

ANTECEDENTES Y ACCESO A VACUNACIÓN DE MIGRANTES EN MÉXICO 284

MACHINE LEARNING EN SALUD PÚBLICA: ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y RIESGO MATERNO EN EL TERRITORIO MEXICANO (2002-2024) 293

PREVENCIÓN DE LA SÍFILIS NEONATAL MEDIANTE LA DETECCIÓN TEMPRANA EN EL MUNICIPIO DE NICOLÁS ROMERO, ESTADO DE MÉXICO 303

ANSIEDAD Y SU RELACIÓN CON EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA 307

NIVEL DE ANSIEDAD Y CALIDAD DE VIDA EN UNIVERSITARIOS DE LA LICENCIATURA EN NUTRICIÓN 312

EL IMPACTO DE LA OXIGENACIÓN EN EL SINDROME DE APNEA DEL SUEÑO (SAOS) 317

INTERVENCIÓN EDUCATIVA DE ENFERMERÍA EN LACTANCIA MATERNA A MUJERES EN PERIODO PERINATAL 323

SIEFAS, IMPACTO CLÍNICO, PREDICTORES DE ADHERENCIA Y EQUIDAD EN POBLACIÓN MEXICANA CON OBESIDAD 331

EFECTO DE LA ANATÓMIA DEL FÉMUR DE RATA WISTAR EN LOS PATRONES DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X 339

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN ORAL A ENROFLOXACINA SOBRE LA DENSIDAD DE CÉLULAS DE PURKINJE EN CEREBELO DE RATONES DE LA CEPA BALB/C 351

RELACIÓN ENTRE DISMORFIA CORPORAL Y HÁBITOS ALIMENTICIOS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS 363

IMPACTO DE UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA DE ENFERMERÍA EN RECIÉN NACIDOS CON CPAP NASAL EN LA UCIN, DESDE LA TEORÍA DE PATRICIA BENNER 370

IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES EN LA DETECCIÓN DE ALTERACIONES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS DEL PIE POR MEDIO DE MAPAS DE PRESIÓN PLANTAR 381

ANÁLISIS DE LA PRESIÓN PLANTAR EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO PERTENECIENTES A LA DISCIPLINA DE LEVANTAMIENTO DE PESAS, ORIENTADO A LA OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO FÍSICO Y TÉCNICO 386

DETERMINACIÓN ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE LA CÁSCARA DE LA UVA ROJA (*Vitis Vinifera*) OBTENIDOS POR ULTRASONIDO 392

ÍNDICES ATEROGÉNICOS Y SU CORRELACIÓN CON LAS COMPLICACIONES Y FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN PACIENTES CON DIABETES TIPO II DEL ESTADO DE GUERRERO 400

EFECTO DE LA CREATINA MONOHIDRATADA EN LA RESISTENCIA A LA INSULINA Y MASA MUSCULAR EN SÍNDROME DE OVARIO POLIQUÍSTICO: REPORTE DE UN CASO CLÍNICO 408

ACTITUDES HACIA LA LACTANCIA MATERNA EN ESPACIOS PÚBLICOS: DIFERENCIAS POR GÉNERO Y ÁREA DE FORMACIÓN EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS 416

DIAGNÓSTICO SOBRE CONDUCTAS QUE PROMUEVEN LA SALUD EN UNIVERSITARIOS DE ZACATECAS 426

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE NANOPARTICULAS DE PLATA BIOSINTETIZADAS FRENTE A *Helicobacter Pylori* ASOCIADA A GASTRITIS 435

EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN CRÓNICA DE UN EXTRACTO DE JAMAICA SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO EN TESTÍCULO Y MÚSCULO EN UN MODELO MURINO DE SÍNDROME METABÓLICO 440

PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* MULTIRRESISTENTE EN HERIDAS DE PIEL 450

DETERMINANTES ASOCIADOS A EVENTOS SUPUESTAMENTE ATRIBUIBLES A LA VACUNACIÓN Y/O INMUNIZACIÓN EN DOCENTES UNIVERSITARIOS 457

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE TRIGLICÉRIDOS-GLUCOSA Y EL ÍNDICE HOMA COMO MARCADORES DE RESISTENCIA A LA INSULINA EN POBLACIÓN ADOLESCENTE 463

DETECCIÓN DE *Balantidium* EN INDIVIDUOS DE MONO ARAÑA (*Ateles Geoffroyl*) BAJO CUIDADO HUMANO, UNA DESVENTAJA MÁS EN SU CONSERVACIÓN 469

PREVALENCIA DEL CONSUMO DE VAPEADOR Y CIGARRO Y SU ASOCIACIÓN CON ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN DEL GUSTO EN ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO SUPERIOR 476

CONOCIMIENTO DE INFECCIONES DE TRANSMISIÓN SEXUAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ANTES Y DESPUÉS DE UNA INTERVENSIÓN EDUCATIVA 481

ASOCIACIÓN ENTRE LOS HÁBITOS DE CONSUMO DE ALIMENTOS ULTRAPROCESADOS Y EL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN ESCOLARES 488

FISIOTERAPIA Y MEDICINA TRADICIONAL CHINA: UN MODELO COMPLEMENTARIO PARA EL TRATAMIENTO DEL DOLOR MUSCULOESQUELÉTICO 496

ASIS-MED: ASISTENTE PARA EL CUIDADO DE ADULTOS MAYORES 504

REVISIÓN DE LAS LIMITACIONES EN LOS ACTUALES MEDICAMENTOS UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD DEL ALZHEIMER 509

ADOPCIÓN DEL ROL MATERNO Y SU RELACIÓN CON EL CONFORT NEONATAL EN MADRES ADOLESCENTES PRIMÍPARAS 514

EFECTO DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD EN LA PRESIÓN PLANTAR DE HOMBRES MEXICANOS Y LA INFLUENCIA EN LA SIMETRÍA DE LOS PIES 521

EFECTIVIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Allium Cepa, Melaleuca Citrina*, *Populus* Y *Crotolaria Cunninghamii* COMO ANTIMICROBIANOS EN PATÓGENOS DÉRMICOS 526

IDENTIFICACIÓN DE INHIBIDORES DEL RECEPTOR D2 DE DOPAMINA MEDIANTE CRIBADO VIRTUAL MULTIETAPA DE PRODUCTOS NATURALES 537

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y CUANTIFICACIÓN DE BTX EN LÍQUIDOS Y AEROSOLES DE CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS COMERCIALIZADOS EN MÉXICO MEDIANTE GC-MS 552

LINEAMIENTOS DE NEUROARQUITECTURA PARA MEJORAR EL BIENESTAR EMOCIONAL DE PACIENTES PEDIÁTRICOS ONCOLÓGICOS EN LEÓN, GUANAJUATO 561

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE DURANTE EL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE FRENADO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ 572

EFECTO TEMPRANO DE KETAMINA SOBRE LA IDEACIÓN SUICIDA EN PACIENTES CON DEPRESIÓN RESISTENTE AL TRATAMIENTO 585

PREVALENCIA DE BACTERIAS ENCONTRADAS EN PACIENTES CON HERIDAS ULCEROSAS DE PIE 591

CARACTERIZACIÓN GENÓMICA DE LA VIRULENCIA EN AISLADOS CLÍNICOS MEXICANOS DE *Acinetobacter Baumannii* 598

FACTORES PSICOSOCIALES ASOCIADOS A SARCOPENIA Y SÍNDROME DE FRAGILIDAD EN ADULTOS MAYORES 603

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE ANSIEDAD EN UN MODELO MURINO DE NEUROINFLAMACIÓN INDUCIDO POR LPS 607

PREVALENCIA DE RIESGO DE TRASTORNOS DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN ALUMNAS DE PREPARATORIA PRIVADA DE 15 A 19 AÑOS EN MORELIA, MICHOACÁN 616

EFECTO DE DIETAS OBESOGENICAS EN EL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD HEPÁTICA ESTEATÓTICA EN UN MODELO PRECLINICO DE OBESIDAD 622

CONSUMO DE POLIFENOLES DIETÉTICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO NUTRICIONAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS 629

SISTEMA DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA EL CRIBADO PRIMARIO DE SARCOPENIA: EL PERFIL ANTROPOMÉTRICO EN PACIENTES CON COMORBILIDADES Y SU IMPACTO EN LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA 638

RELACIÓN ENTRE ESTRÉS Y HÁBITOS ALIMENTICIOS DE UNIVERSITARIOS DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE TONALÁ 648

RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE ALCOHOL Y LA CALIDAD DE VIDA EN UNIVERSITARIOS 654

INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IA GENERATIVA). PERSPECTIVAS DE LOS ALUMNOS DE LA ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE GUANAJUATO (ENMSG), EN EL ÁREA DEL GIMNASIO 661

ÍNDICES ATEROGÉNICOS DE CASTELLI Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN JÓVENES GUERRERENSES 667

REGULACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNITARIA A *Mycobacterium Tuberculosis* POR MIR-146A, MIR-146B Y MIR-155: UNA PREDICCIÓN BIOINFORMÁTICA DE RUTAS METABÓLICAS 674

CAUSA COMÚN DE HÁBITOS DE SUCCIÓN NO NUTRITIVA Y SU RELACIÓN CON MALOCLUSIONES Y ANOMALÍAS MAXILODENTALES EN PACIENTES INFANTILES 678

EFECTO DEL TRATAMIENTO CON METFORMINA SOBRE LA COGNICIÓN, CONDUCTA Y TAMAÑO CEREBRAL EN RATAS WISTAR CON DM2 682

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ESTRÉS Y LA ELECCIÓN ALIMENTARIA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA 696

VALORACIÓN DEL GESTO DEPORTIVO EN ATLETA DE ALTO RENDIMIENTO EN LA DISCIPLINA DE TIRO OLÍMPICO MEDIANTE SISTEMA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO (VICON) 703

EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES ASOCIADOS A BACTERIAS ZOONÓTICAS EN FAENADORES DE LA REGIÓN CIÉNEGA DE JALISCO MEDIANTE UN INSTRUMENTO VALIDADO DE CONTROL SANITARIO 708

RELACIÓN ENTRE FUERZA, RESISTENCIA Y CONSUMO DE ALIMENTOS ULTRAPROCESADOS EN ESTUDIANTES DE NUTRICIÓN 712

NIVEL DE SATISFACCIÓN DE LAS Y LOS USUARIOS DE LA SALA DE LACTANCIA DE LA FESI 718

RESISTENCIA DE *Pseudomonas Aeruginosa* EN HERIDAS DE PIE DIABÉTICO 724

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES EXTRÍNSECOS E INTRÍNSECOS QUE INFLUYEN EN EL MORFOTIPO DE LA BIOPELÍCULA DE *Salmonella Spp* 730

TINCIÓN DE KINYOUN PARA EL DIAGNÓSTICO DE *Cryptosporidium Spp* EN NIÑOS Y ADULTOS 734

USO MEDICINAL TRADICIONAL DE LA *Acalypha Subviscida* (HIERBA DEL CÁNCER) EN UNA COMUNIDAD DEL ESTADO DE MORELOS 741

EFECTO DE LA MUSICOTERAPIA PARA DISMINUIR EL ESTRÉS EN NEONATOS HOSPITALIZADOS EN UCIN 749

RELACIÓN ENTRE ADIPOSIDAD CORPORAL Y PRESIÓN ARTERIAL EN POBLACIÓN JOVEN: IMPLICACIONES PARA LA PREVENCIÓN TEMPRANA 757

COINFECCIÓN POR *Blastocystis Sp* Y OTROS ENTEROPARÁSITOS EN POBLACIÓN HUMANA 762

ABORDAJE INTEGRAL DE LA PARÁLISIS FACIAL MEDIANTE FISIOTERAPIA Y MEDICINA TRADICIONAL CHINA 768

AFRONTAMIENTO Y ADAPTACIÓN AL ESTRÉS EN UN NIÑO EN EDAD ESCOLAR ANTE UNA CRISIS ASMÁTICA 779

EVALUACIÓN DEL CONFORT NEONATAL EN RELACIÓN CON LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES 787

CARACTERIZACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE LA ENDOMETRIOSIS EN MUJERES ADULTAS JÓVENES, UN PASO HACIA LA DETECCIÓN TEMPRANA 796

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y VARIANTES GENÓMICAS ESTRUCTURALES COMO DETERMINANTES DE DISCREPANCIAS FENOTIPO-GENOTIPO EN *M. Tuberculosis*

Andrea Monserrat Negrete Paz[1], Juan Rosendo Carranza Rodríguez[1], Gerardo Vázquez Marrufo[2], Ma. Soledad Vázquez Garcidueñas[1]

[1]División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez, UMSNH, [2] Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UMSNH.
andrea.negrete@umich.mx

RESUMEN

La tuberculosis representa una amenaza global persistente con 10.6 millones de casos nuevos y 1.3 millones de muertes anuales según la OMS[1]. El control de la enfermedad se ve comprometido por el surgimiento de cepas resistentes, en particular aquellas que presentan discrepancias entre perfiles fenotípicos y genotípicos de resistencia antibiótica, lo que sugiere mecanismos de resistencia alternativos no caracterizados. Este estudio determinó si las alteraciones en la composición lipídica de la envoltura celular, los polimorfismos en genes del metabolismo lipídico y las variantes genómicas estructurales contribuyen como mecanismos alternativos de resistencia en cepas discrepantes. Se analizaron 34 cepas clínicas de *M. tuberculosis*, clasificadas como consistentes (n=18) e inconsistentes (n=16) según la concordancia fenotipo-genotipo. Los perfiles de ácidos grasos se determinaron mediante cromatografía de gases con derivatización por metilación[2]. Paralelamente, se realizaron análisis genómicos comparativos de variantes puntuales (SNPs) en 13 genes del metabolismo lipídico: *desA1-3, fabD, fabG1, fasR, whiB3, phoP/phoR, dosR, accD6, acpM* mediante el mapeo contra el genoma de referencia *H37Rv* con *Snippy*[3] y variantes estructurales (SVs) genome-wide con *Variant Detective*[4]. Los análisis estadísticos emplearon el test exacto de Fisher o el test de chi cuadrado según correspondiera y la corrección FDR. Las cepas inconsistentes mostraron una proporción dos veces mayor de ácido oleico (16.66% vs 8.27%) y un incremento de 7.76 veces en el ácido linoleico (3.88% vs 0.50%). El Unsaturation Index fue significativamente mayor en inconsistentes (56.57 ± 26.71 vs. 31.30 ± 14.71), lo que indica una mayor insaturación global. El análisis de 86 variantes puntuales en genes del metabolismo lipídico no reveló patrones diferenciales significativos entre los grupos. Sin embargo, de 1,112 SVs únicos analizados, 11 resultaron estadísticamente significativas ($p<0.05$) y diferencialmente distribuidas. Estos SVs se localizaron principalmente en genes PE/PPE-PGRS (27%), elementos repetitivos (27%) y regiones intergénicas (27%). Los resultados obtenidos revelaron remodelación de la envoltura celular en cepas con discrepancias en la resistencia fenotípo-genotipo, aunque el mecanismo molecular subyacente requiere mayor investigación.

INTRODUCCIÓN

La tuberculosis (TB) continúa siendo una de las principales causas de muerte por enfermedades infecciosas a nivel mundial, con 10.6 millones de casos nuevos y 1.3 millones de muertes anuales según la OMS[1]. La prevalencia y gravedad de la infección se acentúan en pacientes coinfectados con el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH). En 2024, aproximadamente 1.23 millones de personas murieron por tuberculosis, incluidas alrededor de 150,000 personas con VIH, lo que posiciona a la TB como la principal causa de muerte por un solo agente infeccioso. El control de la enfermedad se ve comprometido por el surgimiento de cepas resistentes a los antibióticos de primera línea (isoniazida, rifampicina, estreptomicina, etambutol y pirazinamida), situación que se agrava con la aparición de cepas multirresistentes (MDR-TB), definidas por su resistencia simultánea a isoniazida y rifampicina, y de cepas extremadamente resistentes (XDR-TB), que, además, presentan resistencia a fluoroquinolonas y a al menos un aminoglucósido inyectable[2].

La resistencia a los antibióticos en *M. tuberculosis* se debe predominantemente a mutaciones cromosómicas en genes que codifican los blancos moleculares de los fármacos. Se han identificado

los mecanismos genéticos de resistencia a los antibióticos de primera línea, incluyendo alteraciones en *katG* e *inhA* para la isoniazida, *rpoB* para la rifampicina, *rrs* y *rpsL* para la estreptomicina, *embB* para el etambutol y *pncA* para la pirazinamida[3]. A diferencia de otras bacterias, en *M. tuberculosis* no se han reportado mecanismos de adquisición de genes de resistencia mediante plásmidos ni transposones. Sin embargo, las discrepancias observadas entre los perfiles de resistencia fenotípica y genotípica evidencian que los mecanismos de resistencia no pueden explicarse por completo mediante el análisis exclusivo de estas mutaciones canónicas.

La literatura científica documenta de manera consistente la existencia de discordancias entre métodos fenotípicos y genotípicos. Sharma et al. (2016)[5] analizaron 70 aislados mediante cuatro métodos diferentes, encontrando que el 34.3% presentó resultados discrepantes, siendo el etambutol el antibiótico con mayor discordancia. En Etiopía, Muluwork et al. (2022)[6] evaluaron 127 aislados resistentes, identificando que el 9.8% presentó heterorresistencia. En México, Flores-Treviño et al. (2014)[7] reportaron tasas medias de resistencia del 37.5% y multirresistencia del 20.6%, identificando mutaciones novedosas no previamente reportadas en bases de datos internacionales. Más recientemente, Mejía-Ponce et al. (2023)[8] analizaron 85 cepas de 17 estados mexicanos mediante secuenciación genómica completa, identificando discrepancias entre genotipificación y fenotipificación, lo que recomendó la implementación de controles técnicos adicionales.

Entre los mecanismos alternativos que podrían explicar estas discrepancias se encuentran las modificaciones de la permeabilidad de la pared celular. La pared celular de *M. tuberculosis* posee una arquitectura inusualmente compleja, con un núcleo masivo compuesto por peptidoglicanos unidos covalentemente a arabinogalactanos y ácidos micólicos[9]. Los ácidos micólicos son ácidos grasos α-alquil-β-hidroxilados de 60-90 carbonos de longitud que constituyen la principal barrera hidrófoba de la envoltura celular, proporcionando protección contra antibióticos, daño oxidativo y deposición del complemento. Estos ácidos grasos están orientados perpendicularmente al plano de la membrana, formando una capa lipídica que regula estrictamente la permeabilidad a nutrientes y fármacos antimicobacterianos. Las capas de peptidoglicano y arabinogalactano limitan la entrada de moléculas hidrofóbicas, mientras que la capa de ácidos micólicos restringe el acceso tanto de moléculas hidrofóbicas como de hidrofílicas.

La composición lipídica de la membrana celular, en particular la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados, determina las propiedades fisicoquímicas de la envoltura, incluyendo la fluidez, la permeabilidad y la capacidad de barrera[10]. Los ácidos tetracosanoico (C24:0) y hexacosanoico (C26:0), productos de la escisión térmica de los ácidos micólicos, actúan como biomarcadores específicos de la envoltura celular micobacteriana y permiten evaluar indirectamente la integridad de la pared celular. Índices como el ratio de ácidos grasos saturados/insaturados (S/U), el Unsaturation Index (UI) y el Monoenes (MI) proporcionan indicadores cuantitativos de la fluidez membranal[11]. Valores altos de S/U indican membranas más rígidas y menos permeables, mientras que valores elevados de UI reflejan un mayor número de dobles enlaces y, por lo tanto, una mayor fluidez.

Adicionalmente, otro mecanismo intrínseco asociado a la resistencia en *M. tuberculosis* son las bombas de eflujo, proteínas transportadoras localizadas en la membrana citoplasmática que actúan como transportadores activos y expulsan los antibióticos del interior celular hacia el ambiente extracelular[12]. La reorganización lipídica de la membrana puede promover la formación de microdominios especializados que optimizan la función de bombas de eflujo como EfpA[13], estableciendo un fenotipo donde la fluidez de membrana y la actividad de transportadores interactúan para mantener la resistencia. Paralelamente, las variantes genómicas estructurales (SVs), que incluyen inserciones, deleciones, inversiones y duplicaciones, representan una fuente de variación genética poco explorada en el contexto de la resistencia antimicrobiana en esta especie. El presente trabajo evaluó si las alteraciones en la composición lipídica de la envoltura celular, los polimorfismos en genes del metabolismo lipídico y las variantes genómicas estructurales constituyen mecanismos alternativos de resistencia en cepas de *M. tuberculosis* con discrepancias fenotipo-genotipo.

PARTE EXPERIMENTAL

Cepas de estudio: Las cepas analizadas provienen de cultivos obtenidos de pacientes con diagnóstico confirmado de tuberculosis, procedentes del Hospital General "Dr. Miguel Silva" de Morelia, Michoacán, y del Laboratorio Estatal de Salud Pública de Michoacán. Se incluyeron inicialmente 36 aislados preservados en el cepario del Laboratorio de Genética Molecular Microbiana de la UMSNH. Durante un análisis filogenético previo se identificó que dos aislados correspondían a *M. bovis* y *M. intracellulare*, por lo que fueron excluidos. La muestra final quedó constituida por 34 cepas de *M. tuberculosis*, clasificadas como consistentes (n=18), aquellas con concordancia entre la resistencia fenotípica y genotípica, e inconsistentes (n=16), las que presentaron discrepancias entre ambos métodos de determinación. Las resiembras se realizaron bajo prácticas de bioseguridad de nivel III, utilizando medio Lowenstein-Jensen y agar Middlebrook 7H10 a 37 °C durante 6-8 semanas.

Determinación del perfil de ácidos grasos: La inactivación de las cepas se realizó mediante tratamiento térmico a 80 °C combinado con exposición a luz ultravioleta durante 60 minutos. Se estandarizó la concentración óptima de biomasa en 50 mg de peso húmedo, ya que esta cantidad permitió la detección reproducible de los ácidos C24:0 y C26:0 con errores estándar entre duplicados de 0.02-4.73%, significativamente menores que los obtenidos con 25 mg (0.11-16.66%). Para la extracción lipídica se empleó la solución de Folch (cloroformo:metanol, 2:1 v/v), con ácido tricosanoico (C23:0) como estándar interno y butilhidroxitolueno (BHT) como antioxidante. Tras incubación a -20 °C durante 24 h y sonicación en baño de hielo durante 15 min, los extractos se filtraron y se evaporaron hasta la sequedad. La derivatización se realizó con metanol acidificado con ácido sulfúrico (95:5 v/v) a 85 °C durante 2.5 h. Los ésteres metílicos se purificaron mediante extracción con hexano y lavados sucesivos. Los ácidos grasos se analizaron mediante un cromatógrafo de gases con detector FID (Agilent Technologies 6850) acoplado a un inyector (Agilent 7083) y una columna DB-23 para ácidos grasos. Se programó una rampa de temperatura de 30 °C/min desde 110 °C hasta 250 °C durante 56.42 min. La identificación se realizó comparando los tiempos de retención con el estándar Fatty Acid Methyl Esters Standard Mixture (Sigma Aldrich SMB00937). Se calcularon tres índices de fluidez membranal: el ratio saturados/insaturados (S/U), que evalúa la rigidez global de la envoltura; el Unsaturation Index (UI), que pondera el grado de insaturación según el número de dobles enlaces; y el Monoenes Index (MI), que refleja la proporción de ácidos grasos monoinsaturados respecto a los saturados[10,11].

Análisis genómico: Para determinar el perfil genotípico de resistencia, se realizó la secuenciación genómica completa de las cepas en la plataforma de Illumina. Las lecturas se sometieron a control de calidad con valores Phred >30 y eliminación de secuencias adaptadoras. Los genomas se ensamblaron y anotaron funcionalmente, obteniéndose ensamblados con N50 >50 kb y <100 contigs. Se realizó la tipificación molecular mediante espoligotipado in silico y la asignación de linajes filogenéticos mediante el análisis de SNPs específicos. El análisis de variantes puntuales (SNPs) se realizó en 13 genes asociados al metabolismo lipídico: *desA1*, *desA2*, *desA3*, *fabD*, *fabG1*, *fasR*, *whiB3*, *phoP*, *phoR*, *dosR*, *accD6* y *acpM*, mediante mapeo contra el genoma de referencia H37Rv con *Snippy*[3]. Las variantes genómicas estructurales (SVs) se identificaron genome-wide con *Variant Detective*[4], incluyendo inserciones, deleciones, inversiones y duplicaciones.

Análisis estadístico: Se definieron dos poblaciones de cepas (consistentes e inconsistentes) y se realizaron análisis estadísticos descriptivos (media, mediana, desviación estándar, coeficiente de variación y error estándar). La comparación de la composición de ácidos grasos entre grupos se realizó mediante la prueba U de Mann-Whitney, estableciendo un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, con corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples (umbral ajustado: 0.005). Para el análisis de variantes genómicas, se empleó el test exacto de Fisher o el test de chi cuadrado según correspondiera, con corrección de FDR (False Discovery Rate) para controlar la tasa de error tipo I.

RESULTADOS

Composición de ácidos gridentificar y cuantificaritió la identificación y cuantificación de 25 ácidos grasos en al menos una de las 34 muestras analizadas. El ácido palmítico (C16:0) fue el componente

mayoritario en todas las muestras, con una abundancia relativa media del 40.02% (rango: 32.51-57.53%). El ácido esteárico (C18:0) fue el segundo ácido graso saturado más abundante, con una media del 14.20% (rango: 7.25-40.57%). Entre los ácidos grasos insaturados, el ácido vacénico (C18:1 n-7) fue el más abundante (media: 17.88%, detectado en 33 de 34 muestras), seguido del ácido oleico (C18:1 n-9, media: 12.19%, detectado en 23 muestras). Los ácidos tetracosanoico (C24:0) y hexacosanoico (C26:0), productos de la escisión térmica de los ácidos micólicos, fueron detectados en el 79.4% y 67.6% de las muestras, con abundancias medias de 4.90% y 1.65%, respectivamente, lo que confirma la presencia de ácidos micólicos y su liberación exitosa mediante el proceso de derivatización térmica.

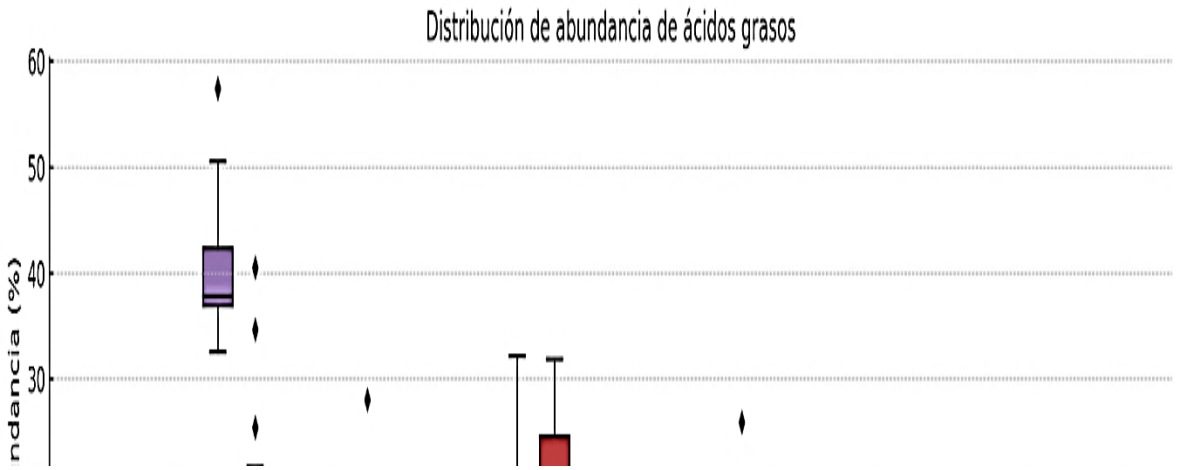


Figura 1. Diagrama que muestra la distribución de la abundancia de ácidos grasos en cepas de *M. tuberculosis.*

Comparación entre grupos: Las cepas inconsistentes presentaron una proporción significativamente menor de ácidos grasos saturados totales (mediana: 52.50% vs 70.03% en consistentes, U=214.00, p=0.0165) y una proporción significativamente mayor de ácidos grasos insaturados totales (mediana: 55.94% vs 29.97%, U=64.00, p=0.0061). La diferencia más marcada entre todos los ácidos grasos analizados correspondió al ácido oleico (C18:1n-9), detectado en el 87.5% de las cepas inconsistentes (media: 16.66% ± 9.31) frente al 50% de las consistentes (media: 8.27% ± 9.59), representando una proporción dos veces mayor. La segunda diferencia más notable se observó en el ácido linoleico (C18:2n-6), con un incremento de 7.76 veces en cepas inconsistentes (3.88% vs 0.50%, detectado en el 75% vs 50% de las cepas). El ácido palmitoleico (C16:1n-7) también mostró mayor abundancia en inconsistentes (1.85% vs 1.11%). Los ácidos grasos poliinsaturados totales fueron significativamente mayores en los inconsistentes (mediana: 9.41% vs 0.36%, U=65.00, p=0.0053), siendo esta la única diferencia que mantuvo significancia estadística tras la corrección de Bonferroni (p corregido=0.0479).

El Monoenes Index también fue significativamente mayor en los inconsistentes (0.76 ± 0.35 vs 0.49 ± 0.30, U=81.00, p=0.031). Los ácidos C24:0 y C26:0 no mostraron diferencias significativas entre grupos (p=0.2664 y p=0.7654, respectivamente), lo que sugiere que las alteraciones lipídicas se localizan principalmente en la membrana plasmática y no en la arquitectura de la pared celular propiamente dicha.

Índices de permeabilidad: El ratio S/U mostró valores similares entre ambos grupos (consistentes: 3.57 ± 3.21; inconsistentes: 3.83 ± 8.27), aunque con una variabilidad considerablemente mayor en las cepas inconsistentes (rango: 0.65-34.88 vs 0.96-10.86), lo que refleja una heterogeneidad marcada en este grupo. El Unsaturation Index reveló la diferencia más marcada: las cepas inconsistentes presentaron un UI medio de 56.57 ± 26.71 (rango: 2.79-85.60) frente a 31.30 ± 14.71 en las consistentes (rango: 8.43-52.64), con una diferencia de más de 25 puntos (U=64.00, p=0.0061).

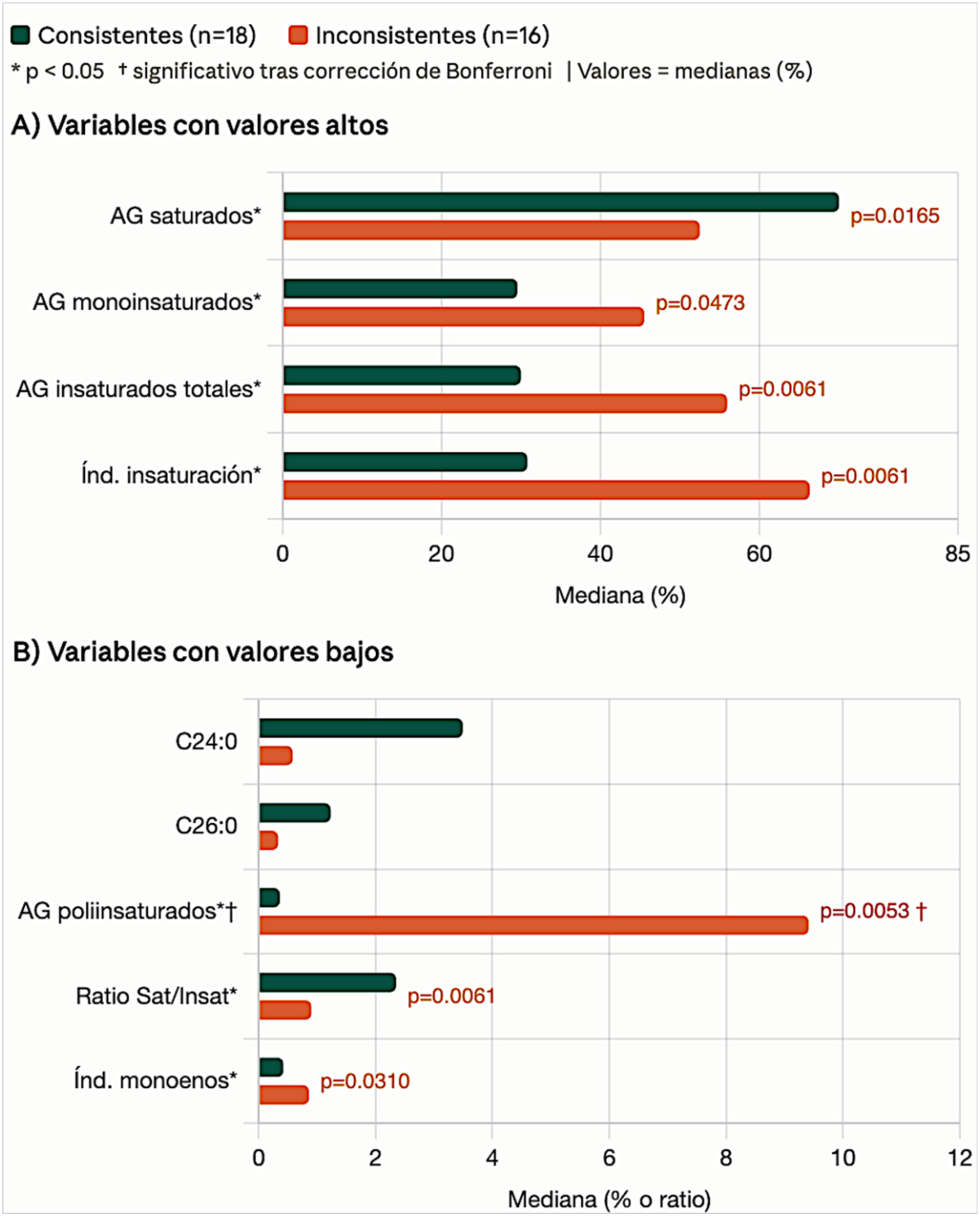


Figura 2. Comparación de medianas de variables lipídicas de la envoltura celular entre cepas de *M. tuberculosis* con concordancia fenotipo-genotipo consistente e inconsistente. A) Variables con valores altos: ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados, ácidos grasos insaturados totales e índice de insaturación. B) Variables con valores bajos: ácido tetracosanoico (C24:0), ácido hexacosanoico (C26:0), ácidos grasos poliinsaturados, relación saturados/insaturados e índice de monoenos.

† Variable que mantiene la significancia tras la corrección de Bonferroni.
Análisis de variantes puntuales en genes del metabolismo lipídico: Se identificaron 86 variantes puntuales (SNPs) en los 13 genes analizados. El análisis mediante el test exacto de Fisher no reveló patrones diferenciales significativos en la distribución de estas variantes entre cepas consistentes e inconsistentes. Estos resultados indican que las diferencias observadas en la composición lipídica no se explican por polimorfismos en los genes directamente implicados en la biosíntesis de ácidos grasos evaluados en este estudio.

Análisis de variantes estructurales. Del total de 1,112 variantes estructurales (SVs) únicas identificadas mediante *Variant Detective*, 11 resultaron estadísticamente significativas ($p<0.05$) y diferencialmente distribuidas entre cepas consistentes e inconsistentes tras la corrección de FDR. Estos SVs se localizaron en tres categorías funcionales principales: genes de la familia PE/PPE-PGRS (27%), que codifican proteínas de superficie involucradas en la interacción huésped-patógeno y en la modulación inmunológica; elementos repetitivos (27%), que incluyen secuencias de inserción y regiones repetitivas del genoma micobacteriano; y regiones intergénicas (27%), que podrían contener elementos regulatorios que afectan la expresión de genes vecinos. El 19% restante se distribuyó entre otras categorías funcionales. Estos hallazgos sugieren que la variación genómica estructural, más allá de las mutaciones puntuales en genes canónicos, podría desempeñar un papel relevante en la modulación de la resistencia antimicrobiana en *M. tuberculosis*.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que existe una relación entre las cepas de *M. tuberculosis* que presentan discrepancias fenotipo-genotipo y la composición de los ácidos grasos de su envoltura celular. Las cepas inconsistentes presentan una proporción significativamente mayor de ácidos grasos insaturados, en particular el ácido oleico (C18:1n-9) y el ácido linoleico (C18:2n-6), lo que confiere mayor fluidez y permeabilidad a la membrana plasmática. Por el contrario, las cepas consistentes presentan un predominio de ácidos grasos saturados. Estas diferencias se reflejan cuantitativamente en un índice de insaturación significativamente mayor en las cepas inconsistentes (56.57 vs 31.30, $p=0.0061$).

Las diferencias lipídicas discriminatorias se localizan a nivel de la membrana plasmática y no en los ácidos micólicos de la pared celular, lo que sugiere que los mecanismos no convencionales de resistencia antimicrobiana en *M. tuberculosis* no se explican por una simple reducción de la permeabilidad de la pared celular, sino por una remodelación activa de la membrana que podría facilitar la función de las bombas de eflujo. Paralelamente, la identificación de 11 variantes estructurales significativamente asociadas con el fenotipo discrepante, localizadas en genes PE/PPE-PGRS, elementos repetitivos y regiones intergénicas, indica que la variación estructural de la genómica constituye un factor adicional en la modulación de la resistencia. Estos hallazgos revelan que los mecanismos no convencionales de resistencia implican una interacción compleja entre la remodelación lipídica de la membrana y la variación genómica estructural, lo que abre nuevas líneas de investigación para la comprensión y el diagnóstico de la resistencia antimicrobiana en *M. tuberculosis*.

BIBLIOGRAFÍA

1. OMS, “Global Tuberculosis Report 2024”, WHO, 2024.
2. G. O. Guerrant, M. A. Lambert, C. W. Moss, “Gas-chromatographic analysis of mycolic acid cleavage products in mycobacteria”, J. Clin. Microbiol., 13(5), 1981, pp. 899-907.
3. K. A. Cohen, A. L. Manson, C. A. Desjardins, T. Abeel, A. M. Earl, “Deciphering drug resistance in Mycobacterium tuberculosis using whole-genome sequencing”, Genome Med., 11(1), 2019, 45.
4. A. Crits-Christoph et al., “Variant Detective: an approach to identify structural variants in short-read sequencing data”, Bioinformatics, 2023.

5. S. K. Sharma et al., “Discordance across phenotypic and molecular methods for drug susceptibility testing of Mycobacterium tuberculosis”, PLoS ONE, 11(4), 2016, e0153563.
6. G. Muluwork, G. Ameni, B. Tessema, “Drug resistance patterns and heteroresistance in Mycobacterium tuberculosis isolates”, Infect. Drug Resist., 15, 2022, pp. 3725-3737.
7. S. Flores-Treviño, S. Mendoza-Olazarán, E. Garza-González, “Drug resistance and molecular epidemiology of Mycobacterium tuberculosis in Mexico: A systematic review”, Salud Púb. Méx., 56(1), 2014, pp. 63-77.
8. P. M. Mejía-Ponce et al., “Genomic epidemiology analysis of drug-resistant Mycobacterium tuberculosis distributed in Mexico”, PLoS ONE, 18(10), 2023, e0292965.
9. P. J. Brennan, “Structure, function and biogenesis of the cell wall of Mycobacterium tuberculosis”, Tuberculosis, 83(1-3), 2003, pp. 91-97.
10. F. Dubois-Brissonnet, E. Trotier, R. Briandet, “The biofilm lifestyle involves an increase in bacterial membrane saturated fatty acids”, Front. Microbiol., 7, 2016, 1673.
11. M. Suutari, S. Laakso, “Microbial fatty acids and thermal adaptation”, Crit. Rev. Microbiol., 20(4), 1994, pp. 285-328.
12. X. Li et al., “Structures of the Mycobacterium tuberculosis efflux pump EfpA reveal the mechanisms of transport and inhibition”, Nat. Commun., 15, 2024, 7856.
13. M. Viveiros et al., “Inhibitors of mycobacterial efflux pumps as potential boosters for anti-tubercular drugs”, Expert Rev. Anti Infect. Ther., 10(9), 2012, pp. 983-998.

VARIABILIDAD EN LOS VALORES DE REFERENCIA DEL PERFIL RENAL EN LABORATORIOS CLÍNICOS DEL ESTADO DE GUERRERO

*Luz Elena Ramos Arellano, María Fernanda Ibañez Victoria, Dolores Vargas Álvarez, Sofía Miranda Juárez, Elizeth Montañez Vázquez, Abelardo Analco Hernández y Julio César Azúcar Heziquio

Universidad Autónoma de Guerrero
14879@uagro.mx

RESUMEN

El laboratorio clínico es la herramienta diagnóstica más usada, al estar presente en el 80 % de las decisiones clínicas. Los valores de referencia son útiles para evaluar el estado de salud de un paciente y tomar decisiones clínicas, ya que permiten comparar los resultados de los pacientes con valores que se consideran normales en personas sanas, siendo el perfil renal un conjunto de estudios que con frecuencia se solicitan en el laboratorio clínico para el diagnóstico y monitoreo de enfermedades renales. El objetivo del estudio fue analizar la variabilidad de los valores de referencia del perfil renal entre los laboratorios clínicos de dos regiones del estado de Guerrero. Se aplicó una encuesta como instrumento de medición a los responsables de 40 laboratorios clínicos de dos regiones del estado de Guerrero, 20 de la región Centro y 20 de la región Norte, para la obtención de datos sobre los valores de referencia del perfil renal. El análisis estadístico se realizó en el paquete estadístico STATA v. 14.0 y se consideró un valor de $p<0.05$ como estadísticamente significativo. Se encontró que solo el 15% de los laboratorios participantes cuentan con valores de referencia propios de la población que atiende, sin diferencias significativas entre las regiones estudiadas (centro y norte) ($p=0.556$). Se observó una variabilidad significativa en los valores de referencia de la urea, siendo el límite superior mayor en los varones de los laboratorios de la región centro, que en los de la región norte (44.3 mg/dL vs 35.9 mg/dL, $p=0.011$); en el caso del potasio, el límite inferior fue mayor en los laboratorios de la región norte (3.5 mg/dL vs 3.4 mg/dL, $p=0.005$), mientras que el límite superior fue mayor en la región centro (5.2 mg/dL vs 5.1 mg/dL, $p=0.045$), en el caso del calcio, el límite inferior se observó mayor en los laboratorios de la región norte que en la región centro (8.5 mg/dL vs 7.5 mg/dL) ($p<0.05$). En conclusión, solo se observaron diferencias significativas en los valores de referencia de la urea, potasio y calcio del perfil renal entre los laboratorios clínicos de las regiones estudiadas, debido a que la mayoría de los laboratorios clínicos participantes no cuenta con sus propios valores de referencia, como lo indica la normatividad nacional e internacional.

INTRODUCCIÓN

Actualmente México cuenta con un total de 15,657 laboratorios registrados en la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2024), de los cuales 392 pertenecen al estado de Guerrero. A nivel nacional, México tiene como ente acreditador a la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y cuenta con 724 laboratorios acreditados, de los cuales 12 son del estado de Guerrero y todos del sector privado (Entidad Mexicana de Acreditación [EMA], 2025).

La necesidad de establecer intervalos de referencia surgió con el desarrollo de la medicina moderna y la capacidad de realizar pruebas diagnósticas más precisas, ya que a medida que se obtenía más información sobre la fisiología y los procesos patológicos, aumentaba la necesidad de establecer una escala de comparación para los resultados de las pruebas; lo que llevó a que en 1978 Peter Wilding y Gerard Siest realizaran el esquema original de los valores de referencia el cual sentó la base de numerosos artículos; por otro lado, en se mismo año, la Federación Internacional de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (IFCC) a través de un panel de expertos publicó las primeras recomendaciones sobre la teoría y producción de los valores de referencia[1].

El objetivo del estudio fue analizar la variabilidad de los valores de referencia del perfil renal entre los laboratorios clínicos de dos regiones del estado de Guerrero

TEORÍA

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SSA3-2011, un laboratorio clínico hace referencia al establecimiento público, social o privado, legalmente establecido, independiente o ligado a otro establecimiento para la atención médica de pacientes hospitalizados o ambulatorios, que tiene como finalidad realizar análisis físicos, químicos o biológicos de diversos componentes y productos del cuerpo humano, cuyos resultados contribuyan al diagnóstico, pronóstico y seguimiento de la evolución de una enfermedad a través del análisis de muestras biológicas[2]. La importancia del laboratorio clínico se sustenta en que es la herramienta diagnóstica más usada, al estar presente en el 80 % de las decisiones clínicas[3].

El concepto de intervalos de referencia fue descrito por Ralph Gräsbeck a finales de los años sesenta, definiéndolos como herramientas interpretativas que sirven para comparar resultados cuantitativos de laboratorio, los cuales describen la distribución típica de los resultados observados en una población de referencia sana, tomando en cuenta el conjunto de valores que quedan incluidos entre los límites inferior y superior de dicho rango (generalmente percentiles 2.5 y 97.5) que representan el 95% central de la distribución[4]. Los valores de referencia son útiles para evaluar el estado de salud de un paciente y tomar decisiones clínicas como dar un diagnóstico y/o un tratamiento[5]. Sin embargo, diversos factores biológicos, ambientales y técnicos pueden influir en los valores de referencia como son la edad, sexo, raza, actividad física, antecedentes genéticos, factores ambientales, métodos analíticos y equipos de laboratorio, así mismo, los factores que afectan a una determinada población, no serán los mismos que afecten a otra, por ello, el valor que se asigna a un rango de referencia puede ser significativamente diferente de una población a otra[6-7]. La recomendación es que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia adecuados para su población especifica, sin embargo, esto suele ser difícil y costoso por lo que la mayoría de los laboratorios utiliza los intervalos de referencia proporcionados por los fabricantes de reactivos[8].

El perfil renal es un conjunto de pruebas que se realiza para evaluar la función de los riñones y, sobre todo, se realiza cuando se sospecha que puede haber algún problema en el riñón; los analitos que se miden en este perfil son: creatinina, ácido úrico, urea, nitrógeno ureico (BUN), proteínas totales, sodio, potasio, cloro, fosforo, calcio y magnesio[9].

PARTE EXPERIMENTAL

Población de estudio y tamaño de muestra
El tipo de estudio fue observacional de tipo transversal, se incluyeron 40 laboratorios clínicos de dos regiones del estado de Guerrero, 20 de la región Centro y 20 de la región Norte.

Desarrollo del trabajo y obtención de datos
Se elaboró una encuesta como instrumento de medición para la obtención de datos que incluye preguntas sobre la organización, funcionamiento, control de calidad y valores de referencia que manejan los laboratorios clínicos participantes.

Visita a los laboratorios clínicos
Se visitaron laboratorios públicos y privados de la región norte y centro de Guerrero, posteriormente, se agendó una cita con el responsable sanitario o jefe del laboratorio para explicarles en qué consistía su participación en el trabajo de investigación, se informó al director o responsable sanitario la importancia y objetivos del trabajo. En el caso de los jefes o responsables sanitarios de laboratorios clínicos que aceptaron participar en el estudio, firmaron el consentimiento informado y contestaron la encuesta. Finalmente, con los datos obtenidos, se elaboró una base de datos en el paquete estadístico STATA V. 14 para realizar el análisis estadístico.

RESULTADOS

En la tabla 1, se muestran las características generales de los laboratorios clínicos que participaron en el estudio, donde se observa que no hubo diferencias significativas de las variables analizadas en las regiones participantes (p>0.05). Sin embargo, es importante mencionar que la mayoría de los laboratorios clínicos participantes fueron privados (87.5%) de los cuales el 82,5% operan de manera independiente. Por otro lado, el 71,8% de los laboratorios cuentan con menos de cinco empleados y el nivel de estudios más frecuente entre su personal es la licenciatura (67,5%). En cuanto a su servicio, el 76.9% reciben menos de 30 pacientes al día y el 40% tiene más de 15 años de servicio.

Tabla 1. Características generales de los laboratorios participantes por región.

Características	Total n=40 (100%)	Centro n=20 (50.0%)	Norte n=20 (50.0%)	Valor de *p*
Establecimiento, n (%)				0.171
Público	5 (12.5)	1 (5.0)	4 (20.0)	
Privado	35 (87.5)	19 (95.0)	16 (80.0)	
Tipo, n (%)				0.492
Público dentro de un hospital	5 (12.5)	1 (5.0)	4 (20.0)	
Privado independiente	33 (82.5)	18 (90.0)	15 (75.0)	
Privado dentro de un hospital	2 (5.0)	1(5.0)	1 (5.0)	
Número de empleados en su laboratorio, n (%)	28 (71.8)	16 (84.2)	12 (60.0)	0.401
Menos de 5	6 (15.4)	2 (10.5)	4 (20.0)	
De 5 a 10	2 (5.1)	0 (0.0)	2 (10.0)	
De 10 a 15	3 (7.7)	1 (5.3)	2 (10.0)	
Más de 20				
Nivel de estudios del personal, n (%)				0.147
Licenciatura	27 (67.5)	16 (80.0)	11 (55.0)	
Técnico y licenciatura	2 (5.0)	0 (0.0)	2 (10.0)	
Licenciatura y posgrado	3 (7.5)	2 (10.0)	1 (5.0)	
Técnico, licenciatura y posgrado	8 (20.0)	2 (10.0)	6 (30.0)	
Pacientes que recibe al día, n (%)				0.305
Menos de 30	30 (76.9)	17 (89.4)	13 (65.0)	
De 30 a 50	3 (7.7)	1 (5.3)	2 (10.0)	
De 50 a 80	1 (2.6)	0 (0.0)	1 (5.0)	
De 80 a 100	3 (7.7)	0 (0.0)	3 (15.0)	
Más de 100	2 (5.1)	1 (5.3)	1 (5.0)	
Tiempo de servicio, n (%)				0.786
De 1 a 3 años	9 (22.5)	5 (25.0)	4 (20.0)	
De 3 a 5 años	11 (27.5)	4 (20.0)	7 (35.0)	
De 5 a 10 años	3 (7.5)	2 (10.0)	1 (5.0)	
De 10 a 15 años	1 (2.5)	1 (5.0)	0 (0.0)	
Más de 15 años	16 (40.0)	8 (40.0)	8 (40.0)	

Los datos muestran n (%). Valor de *p* calculado por la prueba exacta de Fisher.

Al analizar las variables sobre el control de calidad, en la tabla 2 se muestra que no hubo diferencias significativas entre los laboratorios clínicos participantes por región (p>0.05), no obstante, se observó que el 72.5% están inscritos en algún programa de evaluación externa de la calidad, destacando el Programa de Aseguramiento de la Calidad (PACAL) con un 37.5% de inscripción, sin embargo, el 85% de los laboratorios participantes no cuenta con la certificación y el 92.5% no está acreditado.

Tabla 2. Control de calidad en los laboratorios clínicos participantes.

Variables	Total n=40 (100%)	Centro n=20 (50.0%)	Norte n=20 (50.0%)	Valor de *p*
Inscritos a un PEEC, n (%)				0.500
Si	29 (72.5)	14 (70.0)	15 (75.0)	
No	11 (27.5)	6 (30.0)	5 (25.0)	
Nombre del PEEC, n (%)				0.068
PACAL	15 (37.5)	7 (35.0)	8 (40.0)	
Bluebelt	3 (7.5)	0 (0.0)	3 (15.0)	
EMA	1 (2.5)	1 (5.0)	0 (0.0)	
Qualitat	2 (5.0)	0 (0.0)	2 (10.0)	
Eexcel	7 (17.5)	6 (30.0)	1 (5.0)	
Auditoría privada	1 (2.5)	0 (0.0)	1 (5.0)	
No están inscritos	11 (27.5)	6 (30.0)	5 (25.0)	
Certificados, n (%)				0.661
Si	5 (12.5)	3 (15.0)	2 (10.0)	
No vigente	1 (2.5)	1 (5.0)	0 (0.0)	
No	34 (85.0)	16 (80.0)	18 (90.0)	
Acreditados, n (%)				0.500
Si	3 (7.5)	2 (10.0)	1 (5.0)	
No	37 (92.5)	18 (90.0)	19 (95.0)	

Los datos muestran n (%). Valor de *p* calculado por la prueba exacta de Fisher. PEEC: Programa de Evaluación Externa de la Calidad, PACAL: Programa de Aseguramiento de la Calidad para los Laboratorios, EMA: Entidad Mexicana de Acreditación.

En cuanto a los valores de referencia, se observó que solo el 15% de los laboratorios participantes disponen de valores de referencia propios de la población que atiende, sin diferencias significativas entre las regiones estudiadas (centro y norte) (*p*=0.556), como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Procedencia de los valores de referencia en los laboratorios clínicos participantes.

Variables	Total n=40 (100%)	Centro n=20 (50.0%)	Norte n=20 (50.0%)	Valor de *p*
				0.556
Propios, de la población que atiende.	6 (15.0)	3 (15.0)	3 (15.0)	
Algunos propios y de los kits de reactivo	17 (42.5)	8 (40.0)	9 (45.0)	
En proceso y de kits de reactivo	2 (5.0)	0 (0.0)	2 (10.0)	
De los kits de reactivo	10 (25.0)	5 (25.0)	5 (25.0)	
Transferidos de un programa y de kits de reactivo	5 (12.5)	4 (20.0)	1 (5.0)	

Los datos muestran n (%). Valor de *p* calculado por la prueba exacta de Fisher.

Al analizar la variabilidad de los valores de referencia de los analitos del perfil renal, se encontraron diferencias significativas en los valores de potasio, calcio y urea, donde el valor de referencia para el límite inferior del potasio fue ligeramente mayor en los laboratorios clínicos de la región centro (3.5±0.1 mg/dL) en comparación con el límite inferior que manejan en los laboratorios de la región norte (3.4±0.02 mg/dL) (*p*=0.005). En cambio, el valor de referencia para el límite superior fue mayor en los laboratorios de la región norte (5.2±0.09 mg/dL) comparado con el valor que manejan en los laboratorios de la región centro (5.1±0.1 mg/dL) (*p*=0.045). Por otro lado, el valor de referencia para el límite inferior del calcio fue mayor en los laboratorios de la región norte (8.5±0.2 mg/dL) que en los laboratorios de le región centro con un límite inferior de 7.5±2.0 mg/dL (*p*=0.050). En el caso de la urea, el límite superior que se maneja para los varones resultó ser más alto en la región centro

(44.3±0.5 mg/dL) en comparación con la región norte (35.9±10.1 mg/dL) observándose una diferencia significativa (p=0.011).

Tabla 4. Valores de referencia de los analitos estudiados por región.

Analitos	**Límite inferior**		**Valor de *p***	**Límite superior**		**Valor de *p***
	Centro	Norte		Centro	Norte	
Creatinina (mg/dL)	0.6±0.09	0.5±0.09	0.220	1.2±0.1	1.2±0.1	0.547
Mujer	0.5±0.04	0.5±0.05	0.451	1.1±0.1	1.1±0.1	0.830
Hombre	0.6±0.04	0.6±0.1	0.679	1.3±0.1	1.3±0.1	0.986
Ácido úrico (mg/dL)	2.5±0.2	2.7±0.5	0.379	6.5±0.4	6.9±0.7	0.249
Mujer	2.5±0.2	2.4±0.2	0.125	6.4±0.5	5.9±0.7	0.068
Hombre	3.3±0.3	3.3±0.3	0.941	7.5±0.5	7.3±0.4	0.418
Urea (mg/dL)	14.2±1.5	13.9±3.2	0.778	45.5±3.3	45.8±3.2	0.810
Mujer	15.0±0.0	15.0±5.0	0.989	42.5±2.8	44.2±5.1	0.584
Hombre	17.6±2.3	17.5±3.5	0.951	44.3±0.5	35.9±10.1	0.011
BUN (mg/dL)	7.1±1.1	7.2±1.5	0.866	19.4±4.1	20.2±3.4	0.557
Mujer	8.6±1.4	7.7±1.5	0.485	19.3±1.1	18.1±1.4	0.301
Hombre	8.9±0.0	7.7±0.9	0.184	20.6±0.0	21.4±1.8	0.596
Proteínas totales (g/dL)	6.3±0.3	6.3±0.2	0.910	8.3±0.2	8.3±0.1	0.793
Sodio (mg/dL)	135.5±1.5	135.4±0.6	0.778	146.8±2.5	147.3±2.7	0.576
Potasio (mg/dL)	3.5±0.1	3.4±0.02	0.005	5.1±0.1	5.2±0.09	0.045
Cloro (mg/dL)	97.1±1.3	97.7±0.8	0.152	109.0±3.4	108.7±2.2	0.735
Fósforo (mg/dL)	2.4±0.3	2.6±0.3	0.079	4.7±0.9	4.9±0.7	0.355
Magnesio (mg/dL)	1.5±0.2	1.6±0.2	0.372	2.5±0.6	2.7±0.7	0.381
Calcio (mg/dL)	7.5±2.0	8.5±0.2	0.050	9.6±2.1	10.4±0.2	0.115
TFG (%)	---	90±3.5	----	---	121±2.2	---

Valor de p calculado por la prueba t-Student, los datos estadísticamente significativos son representados en negritas. Los datos muestran media ± DE, BUN: Nitrógeno ureico, TFG: Tasa de filtración glomerular.

En la figura 5 se muestran las principales causas por las que los laboratorios clínicos participantes no cuentan con sus propios valores de referencia, siendo la no prioridad (40%) y la falta de recursos económicos (30%) las causas más frecuentes.

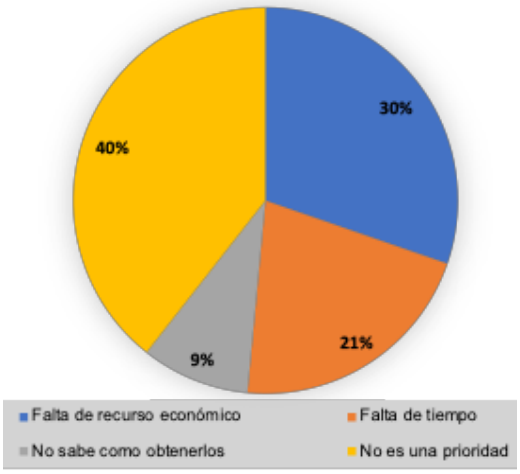


Figura 5. Causas de no contar con sus propios valores de referencia en el total de laboratorios participantes.

Finalmente, en la figura 6 se compararon las causas de no contar con sus propios valores de referencia entre regiones y se observó una diferencia significativa en la falta de tiempo (p=0.050), en donde esta respuesta fue mayor en la zona norte (35.2%) en comparación con la zona centro (6.3%).

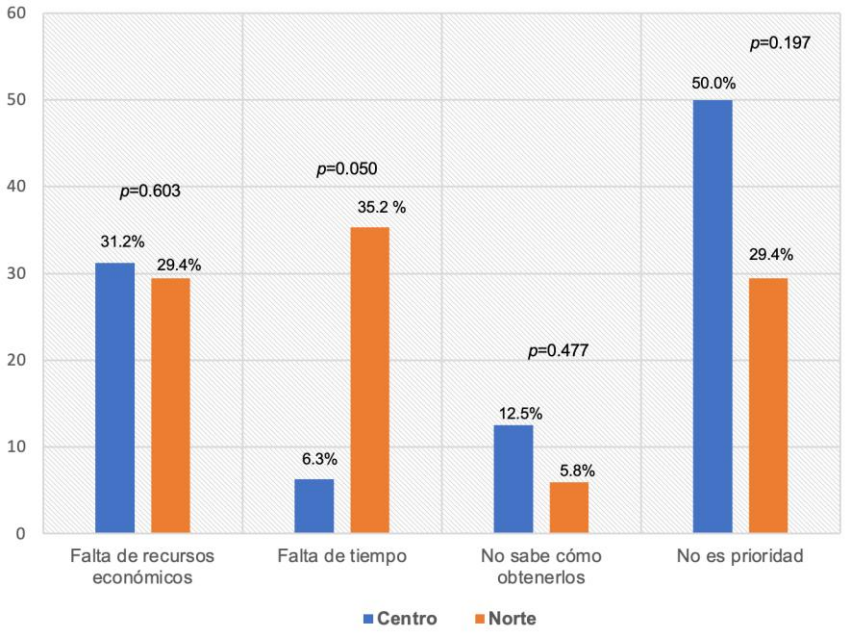


Figura 6. Principales causas de no contar con sus propios valores de referencia por región.

CONCLUSIONES

- Se observaron diferencias significativas en los valores de referencia de la urea, potasio y calcio del perfil renal entre los laboratorios clínicos de las regiones estudiadas, debido a que la mayoría de los laboratorios clínicos participantes no cuenta con sus propios valores de referencia, como lo indica la normatividad nacional e internacional.
- Las principales causas por las que los laboratorios clínicos no cuentan con sus propios valores de referencia fueron: el no ser una prioridad y la falta de recursos económicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Prado-Santiago, R. Modelos GAMLSS para la obtención de intervalos de referencia (Trabajo de tesis). 2023, Universidad de Valladolid.
2. NOM-007-SSA3-2011: Norma Oficial Mexicana, Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos. https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacion?regulacionId=70318.
3. Díaz-Padilla, D. & Santoyo-Pérez, M, “El laboratorio clínico en la mejoría continúa de la calidad”, Rev Ciencias Médicas, Vol. 23, 3, 2019, pp. 357-359.
4. Ma, S., Yu, J., Qin, X., & Liu, J, “Current status and challenges in establishing reference intervals based on real-world data”. Crit Rev Clin Lab Sci, Vol. 60, 6, 2023, pp. 427-441.
5. Ozarda, Y., Sikaris, K., Streichert, T., & Macri, J, “Distinguishing reference intervals and clinical decision limits – A review by the IFCC Committee on Reference Intervals and Decision Limits”, Crit Rev Clin Lab Sci, Vol. 55, 6, 2018, pp. 420-431.

6. Letelier, P., Acuña, R., Garrido, I., López, J., Sanhueza, G., Seguel, C., Riquelme, I., Guzmán, N., & Hernández, A, “Reference intervals of biochemical parameters in chilean adults2, J Med Biochem, Vol. 43, 1, 2024, pp. 133-143.
7. Yoll-Guilarte, L. & Acosta-García, E, “Verificación y transferencia de intervalos de referencia de variables bioquímicas de rutina”, Med Lab, Vol. 26, 4, 2022, pp. 365-374.
8. Yang, D., Su, Z., Mu, R., Diao, Y., Zhang, X., Liu, Y., Wang, S., Wang, X., Zhao, L., Wang, H., & Zhao, M, “Effects of Using Different Indirect Techniques on the Calculation of Reference Intervals: Observational Study”, J Med Internet Res, Vol. 25, 2023, pp. 1-18.
9. Guevara-Paca, M. M. & Rodríguez-Urquizo, T. D, “Determinación del perfil renal como aporte para el establecimiento de valores de referencia en estudiantes de unidades educativas rurales del Cantón Riobamba”. Universidad Nacional de Chimborazo, 2018.

ASOCIACIÓN DEL DETERIORO EN LOS DOMINIOS DE LAS FUNCIONES COGNITIVAS CON EL ESTILO DE VIDA EN MUJERES ADULTAS MAYORES

Paula Lorea Ramírez-Canché[1], Melania Guadalupe Guerrero-Villalpando[1], Oscar Omar Baeza-Magueyal[1], Mónica Irasú Cardona Alvarado[1], Andrés Alejandro Gonzáles-Monjaraz[1], Gustavo Basurto-Islas[2], Martha Silvia Solís-Ortiz[1]

1 Departamento de Ciencias Médicas, Universidad de Guanajuato, México. 2 Departamento de Ingenierías Química, Electrónica y Biomédica, Universidad de Guanajuato, México.
pl.ramirezcanche@ugto.mx

RESUMEN

Debido a que la población mundial está envejeciendo rápidamente, ha incrementado la prevalencia del deterioro cognitivo y la demencia, condiciones que afectan con mayor frecuencia a las mujeres. Lo anterior se relaciona principalmente con su mayor esperanza de vida, factores hormonales, biológicos y socioculturales como el nivel educativo y las oportunidades de desarrollo profesional. La cognición se compone de distintos dominios como memoria, atención, funciones ejecutivas, lenguaje, orientación y abstracción, los cuales pueden deteriorarse de manera heterogénea, por lo que resulta necesario un análisis específico por dominio. El estilo de vida es uno de los principales factores modificables asociados con el deterioro cognitivo, sin embargo, su relación específica con cada uno de los dominios aún no está completamente esclarecida. Por ello, el objetivo del estudio fue analizar la asociación del deterioro en los distintos dominios de la función cognitiva con el estilo de vida en mujeres adultas mayores. Se realizó un estudio observacional analítico transversal en 68 mujeres adultas mayores de entre 60 y 80 años. El estado cognitivo global y por dominios se evaluó mediante la prueba Montreal Cognitive Assessment (MoCA). El estilo de vida se determinó con el cuestionario FANTÁSTICO. Se incluyeron variables sociodemográficas y clínicas como escolaridad, índice de masa corporal y comorbilidades. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de frecuencias y cálculo de odds ratio. Los resultados mostraron que el desempeño cognitivo global de las participantes corresponde con posible deterioro cognitivo leve. El análisis por dominios evidenció un patrón heterogéneo, en el que la memoria obtuvo el desempeño más bajo, mientras que la orientación, la abstracción y el lenguaje se mantuvieron relativamente conservadas. En relación con el estilo de vida, la mayoría de las participantes presentó un estilo de vida saludable, lo que redujo la variabilidad entre grupos y pudo limitar la identificación de asociaciones claras con el desempeño cognitivo por dominios. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la idea de que el deterioro cognitivo en mujeres adultas mayores no se distribuye de manera homogénea entre los dominios. Asimismo, refuerzan el papel de factores modificables y socioculturales el estilo de vida en el mantenimiento del funcionamiento cognitivo durante el envejecimiento.

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia en el aumento de la esperanza de vida y la disminución de las tasas de natalidad, la población mundial está envejeciendo rápidamente. En México, en el año 2022, las personas adultas mayores representaban aproximadamente el 14% de la población total (1) y en el estado de Guanajuato el 11%, de las cuales más de la mitad eran mujeres (2). Los adultos mayores son un grupo vulnerable debido a que se enfrentan a múltiples cambios tanto físicos como mentales, donde el deterioro cognitivo representa una de las principales preocupaciones, por lo que se ha convertido en un desafío para la salud pública (3). El deterioro de las funciones cognitivas afecta en mayor medida a las mujeres que a los hombres, debido a diversos factores, por lo que el sexo es considerado un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas (4). El deterioro cognitivo impacta la funcionalidad, la independencia y la calidad de vida de los adultos mayores, por lo que es fundamental identificar factores potencialmente modificables asociados con su aparición y progresión

TEORÍA

La función cognitiva está compuesta por diversos dominios, como orientación, abstracción, lenguaje, memoria, funciones ejecutivas y atención, los cuales se deterioran en diferentes niveles con el aumento de la edad (5), por lo que se necesita un análisis específico por dominio cognitivo. La literatura ha reportado el estilo de vida como uno de los principales factores modificables relacionados con la función cognitiva, el cual integra hábitos y conductas como la actividad física, la alimentación, la interacción social, el manejo del estrés, personalidad, trabajo, consumo de sustancias, entre otros (6). Sin embargo, la evidencia acerca de la asociación específica entre el estilo de vida y los distintos dominios cognitivos en mujeres adultas mayores es limitada. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la asociación del deterioro en los distintos dominios de la función cognitiva con el estilo de vida en mujeres adultas mayores.

PARTE EXPERIMENTAL

Diseño del estudio: Transversal con alcance asociativo.

Participantes: El estudio incluyo una muestra de 68 mujeres adultas mayores residentes en León, Guanajuato. Los criterios de inclusión fueron: mujeres entre 60 y 80 años, que supieran leer y escribir, con corrección visual o auditiva en caso de requerirlo, sin consumo de antidepresivos ni medicamentos para combatir y/o contrarrestar la neurodegeneración, sin diagnóstico de trastorno depresivo mayor, bipolar, distimia, disforia o psicosis y sin diabetes y/o hipertensión no controlada. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Guanajuato, y todas las participantes firmaron un consentimiento informado.

Mediciones

1. Variable dependiente: Dominios de la función cognitiva: Se evaluaron mediante la Montreal Cognitive Assessment (MoCA), en su versión validada en español. El instrumento analiza los dominios de atención, funciones ejecutivas, memoria, lenguaje, abstracción y orientación, clasificando cada uno en dos niveles de desempeño: bajo o alto (7).
2. Variable independiente: Estilo de vida global: El estilo de vida global se evaluó con el cuestionario FANTÁSTICO, desarrollado por la Universidad McMaster de Canadá y validado en población mexicana. Este instrumento evalúa de nueve dimensiones (familia y amigos, actividad física, nutrición, tabaco, alcohol, sueño y estrés, tipo de personalidad, introspección y conducta de salud), con un puntaje total de 0 a 100, donde valores más altos indican un estilo de vida más saludable (8).

RESULTADOS

La mediana de edad de las participantes fue de 67 años (RIC: 63–72) y la mediana de escolaridad fue de 9 años (RIC: 6–11), las características generales de las participantes se desglosan en la tabla 1. El desempeño cognitivo global mostró una mediana de 22 (20-25), correspondiente con posible deterioro cognitivo. El análisis por dominios mostró diferencias significativas entre ellos ($Q = 122.15$; $p < 0.001$), evidenciando un patrón heterogéneo de desempeño cognitivo. La memoria presentó la mayor proporción de bajo desempeño, mientras que la orientación mostró la mayor preservación (figura 1).

Respecto al estilo de vida, el 89.9% de las participantes presentó un estilo de vida saludable (figura 2). El análisis de asociación mostró una relación significativa entre un mayor puntaje en el estilo de vida con una menor probabilidad de deterioro en el dominio de atención OR 0.93 (IC95% 0.88-0.98), mientras que no se observaron asociaciones significativas con los otros dominios cognitivos evaluados (figura 3).

Tabla 1. Características generales de las participantes (n=68)

VARIABLES	MEDIANA (RIC) F(%)
Edad (años)	67 (63-72)
Escolaridad (años)	9 (6-11)
IMC (kg/m²)	29.8 (29.9-33.2)
Comorbilidades	
Hipertensión arterial	37 (54.4%)
Diabetes mellitus	13 (19.1%)
Dislipidemia	33 (48.5%)

Nota: RIC: Rangos intercuartílicos, p25-p75, F: frecuencia, %: Porcentaje.

Figura 1. Distribución del desempeño de los dominios cognitivos (n=68)

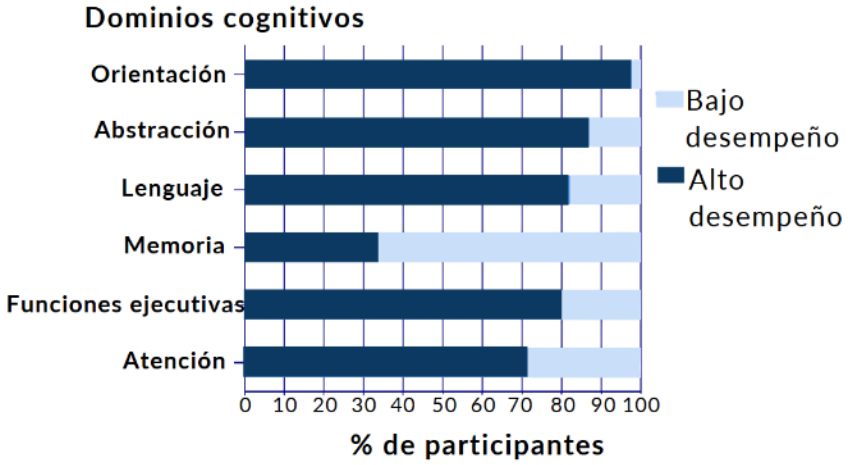


Figura 2. Distribución del estilo de vida en las participantes (n=68)

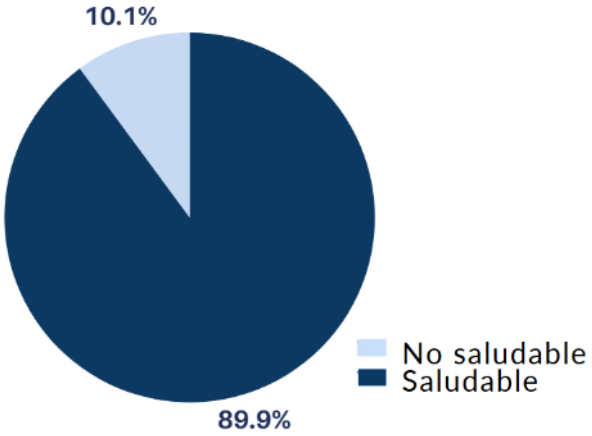
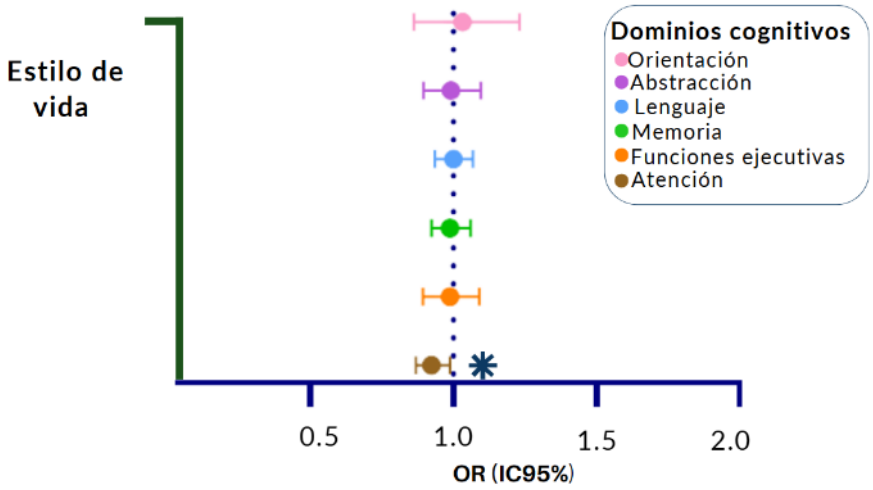


Figura 3. Asociación del estilo de vida (FANTÁSTICO) con cada dominio cognitivo (n=68)



Nota: *los puntos representan la razón de momios y las líneas los intervalos de confianza al 95% (IC95%). *p < 0.05. OR <1:asociación protectora, OR >1: asociación de riesgo*

CONCLUSIONES

Los dominios cognitivos mostraron un patrón heterogéneo de desempeño en mujeres adultas mayores, siendo la memoria el dominio más afectado y la orientación el más preservado. Aunque la mayoría de las participantes presentó un estilo de vida saludable, únicamente se observó asociación con el dominio de atención. Estos hallazgos resaltan la importancia de evaluar los dominios cognitivos de manera independiente y sugieren que el estilo de vida podría influir de manera diferencial sobre componentes específicos de la función cognitiva en el envejecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOEN) segundo trimestre del 2022. México: INEGI, 2022.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de población y vivienda 2020. Aguascalientes, México; INEGI, 2020.
3. Gates NJ, Rutjes AW, Di Nisio M, Karim S, Chong LY, March E, Martínez G, Vernooij RW. Computerised cognitive training for maintaining cognitive function in cognitively healthy people in late life. Cochrane Database Syst Rev. 2019;3(3):CD012277. doi: 10.1002/14651858.CD012277.
4. Pike CJ. Sex and the development of Alzheimer's disease. J Neurosci Res. 2017;95(1-2):671-680. doi: 10.1002/jnr.23827.
5. Harada CN, Natelson Love MC, Triebel KL. Normal cognitive aging. Clin Geriatr Med. 2013;29(4):737-52. doi: 10.1016/j.cger.2013.07.002.
6. Ord AS, Slogar SM, Sautter SW. Lifestyle Factors, Cognitive Functioning, and Functional Capacity in Older Adults. Int J Aging Hum Dev. 2022;94(4):387-414. doi: 10.1177/00914150211009467
7. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, Chertkow H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. Journal of the American Geriatrics Society. 2005; 53(4), 695-699.
8. Wilson DM, Ciliska D. Life-style assessment: Development and use of the FANTASTIC checklist. Can Fam Physician. 1984; 30:1527-32

RAZONES CULTURALES Y ECONÓMICAS QUE INFLUYEN EN LA LACTANCIA MATERNA EN REGION DE LOS ALTOS DE JALISCO

Sofía Coronado Lozano[1], Martin Daniel Nieves Juarez[1], Beatriz Adriana Andrade Espinoza[2], Maria del Carmen Leal Moya[1], Maria Isabel Hernández Rivas[1], [1.]

[1]Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Los Altos, Departamento de Clínicas.
[2]Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
martin.njuarez@academicos.udg.mx

RESUMEN

La lactancia materna exclusiva (LME) es fundamental para el desarrollo infantil[1,2], sin embargo, en la región de los Altos de Jalisco, su práctica es limitada. Este estudio busca establecer la magnitud la prevalencia de LME y analizar la influencia de factores sociales, culturales y económicos en la decisión de las madres sobre el tipo de lactancia, así como su impacto en la salud infantil.

Se realizó una encuesta mixta (cualitativa y cuantitativa) a 23 madres de niños entre 10 y 12 años, pacientes del Centro Médico de Atención Integral de los Altos de Jalisco. La encuesta abordó prácticas de lactancia, experiencias maternas, aspectos culturales y económicos, así como el acompañamiento recibido en servicios de salud públicos y privados.

El 53.26% de las madres consideró que su empleo no dificultó la LME, aunque el 30% abandonó la LME por insuficiencia en la producción de leche y otro 30% por rechazo del bebé. El 73.89% de las madres utilizaron servicios de salud públicos, y solo el 8.69% refirió no haber recibido acompañamiento informativo sobre lactancia. A pesar de la asesoría recibida, persisten mitos y desconocimiento sobre los efectos psicológicos y estomatognáticos de la lactancia artificial.

Los indicadores de LME en la región no cumplen con las recomendaciones de la OMS, evidenciando la necesidad de fortalecer los programas de promoción y educación sobre lactancia materna. Es crucial abordar no solo los aspectos prácticos, sino también los efectos psicológicos y fisiológicos de la LME, así como desmitificar creencias culturales que afectan su práctica.

INTRODUCCIÓN

Uno de los determinantes más importantes de salud en niños, es la nutrición infantil, en bebés, es recomendable la lactancia materna como principal fuente de alimentación. La Organización Mundial de La Salud recomienda que los bebés sean amamantados exclusivamente por un período de al menos seis meses después del nacimiento[1]. La lactancia materna exclusiva (LME) es fundamental para el desarrollo infantil[2,3], existe evidencia científica que sugiere que la LME tiene mejor efecto a corto y largo plazo en comparación con alimentos y bebidas complementarios. Destacan que la LME entre los 6 meses y 2 años se asocia con menor morbilidad y mortalidad infantil[4,5], menor riesgo de alergias, y de enfermedades crónicas en etapas posteriores de la vida[6].

Adicionalmente, la evidencia científica señala que las madres que practican LME tienen menor probabilidad de desarrollar depresión[7]. A pesar de estos beneficios de la LME, la tasa de LME es baja tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo[8], con tasas de 40 y 36%, respectivamente, en bebés menores de 6 meses[9]. En países en desarrollo, la prevalencia de LME es menor en madres trabajadoras profesionales[10].

Factores como licencia de maternidad corta, fatiga, falta de apoyo en el trabajo, sensación de ser observado, falta de privacidad contribuyen a la baja adopción de esta práctica en este sector de la población[11]. En la región de los Altos de Jalisco, su práctica es limitada[2,3]. Este estudio busca

establecer la prevalencia de LME y analizar la influencia de factores sociales, culturales y económicos en la decisión de las madres sobre el tipo de lactancia, así como su impacto en la salud infantil.

PARTE EXPERIMENTAL

En este estudio participaron 23 mujeres, madres de niños con edad promedio 11±1 pacientes del Centro Médico de Atención Integral de los Altos de Jalisco. Se aplicó una encuesta con preguntas sencillas para obtener la información. La encuesta abordó prácticas de lactancia, experiencias maternas, aspectos culturales y económicos, así como el acompañamiento recibido en servicios de salud públicos y privados.

RESULTADOS

Se cuestionó acerca del empleo como un factor de dificultad para la LME. El 53.26% de las madres consideró que su empleo no dificultó la LME (Figura 1).

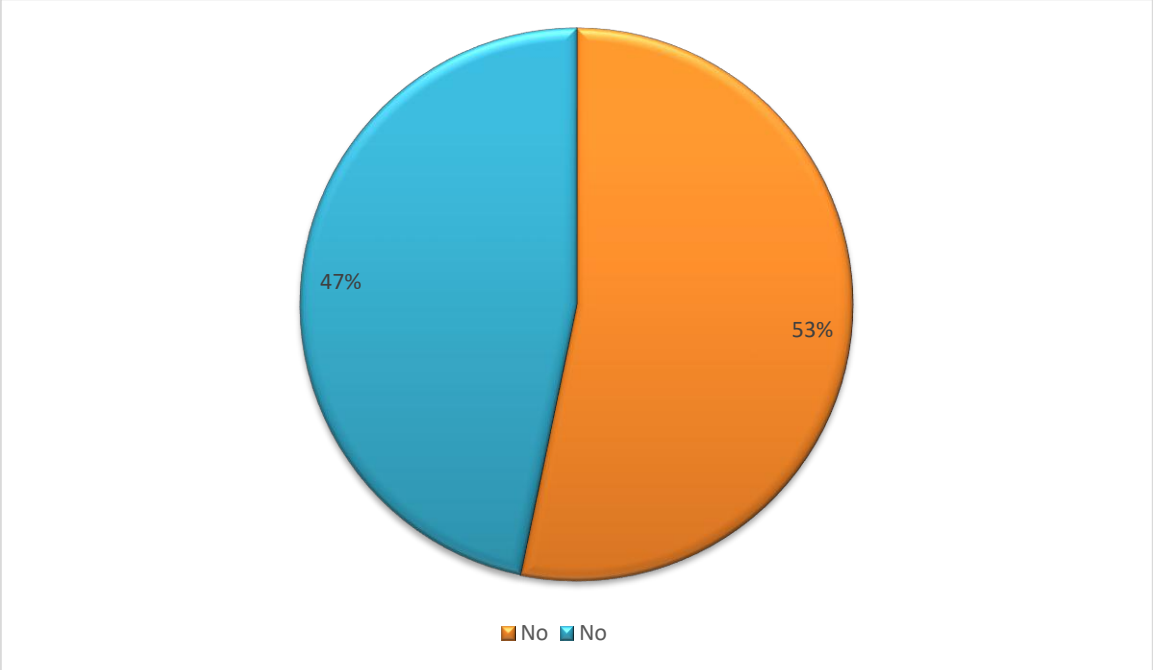


Figura 1. Empleo como factor limitante para llevar práctica de Lactancia Materna Específica.

Además, se indagó acerca de las causas por las que quienes llevaban una práctica de LME lo abandonaron. El 30% refirió que abandonó la LME por insuficiencia en la producción de leche y otro 30% por rechazo del bebé (Figura 2).

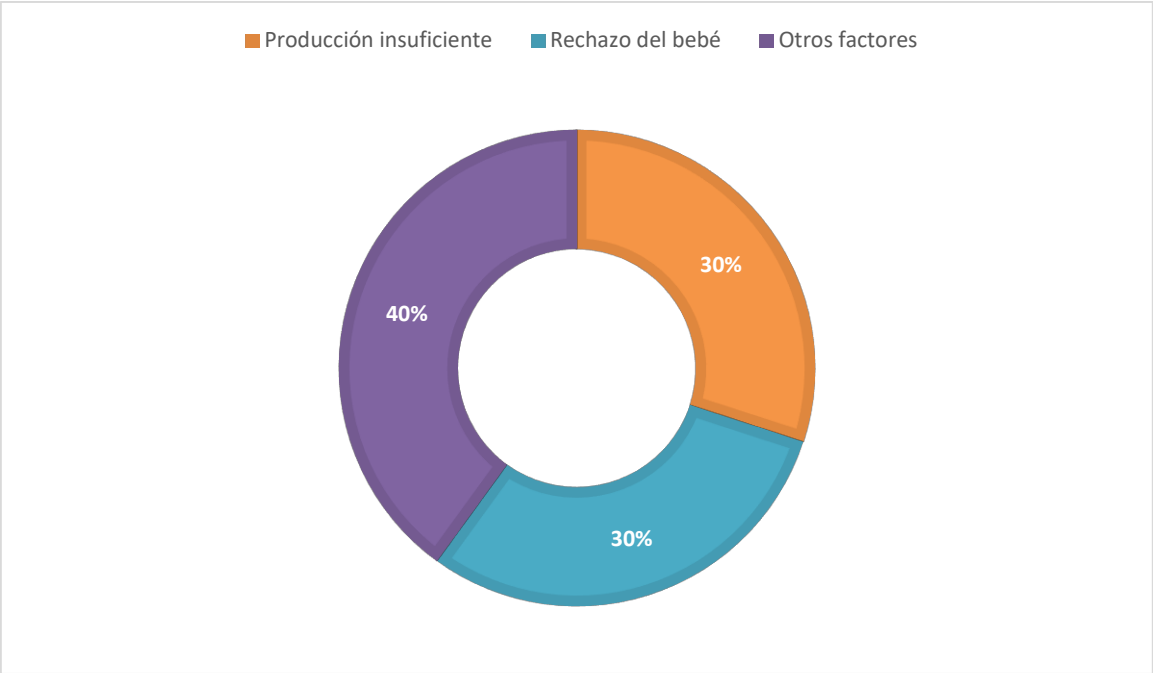


Figura 2. Causas de abandono de Lactancia Materna Exclusiva

Por último, respecto al acompañamiento a las madres en los servicios de salud, el 73.89% de las reportaron buena atención recibida en los servicios de salud públicos, 17.42% en atención privada y 8.69% refirió no haber recibido acompañamiento informativo sobre lactancia (Figura 3).

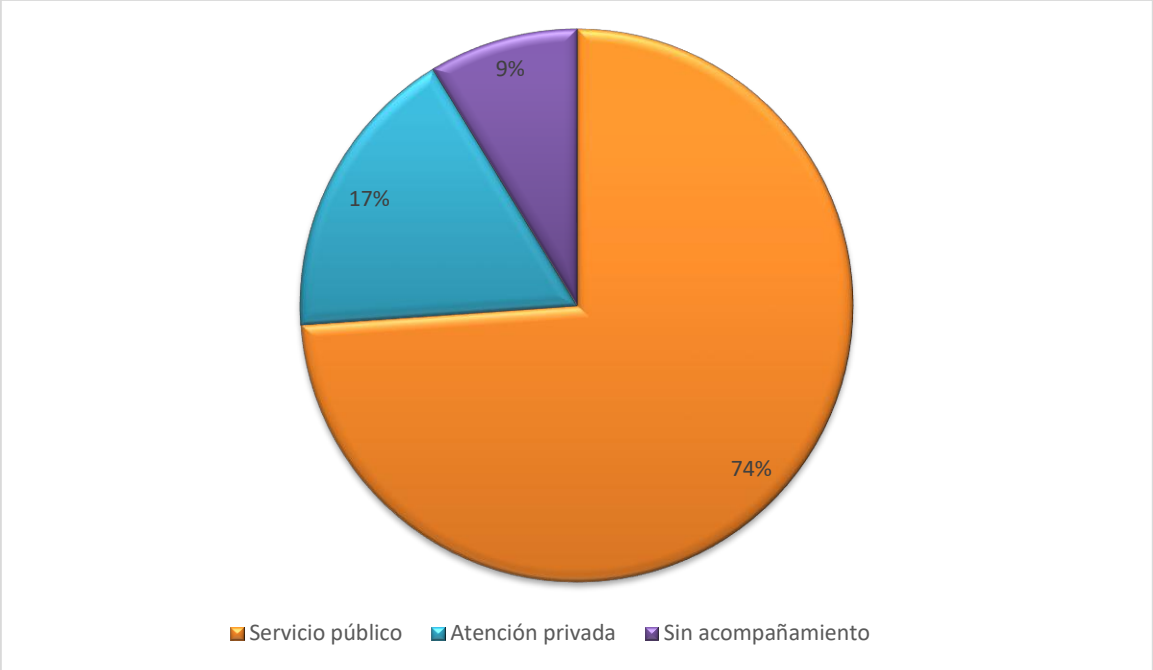


Figura 2. Informativo sobre lactancia

CONCLUSIONES

Los resultados en este estudio muestran que las madres en la Región de los Altos practican LME, para un elevado porcentaje de madres, el trabajo representa un factor limitante para llevar a cabo

esta práctica; sin embargo, entre las principales causas de abandono de la LME en esta población, destacan la baja producción de leche y el rechazo por parte del bebé. Por último, destacar el gran acompañamiento y asesoría por parte de los servicios de salud pública para llevar a cabo LME. Es necesario fortalecer los programas de promoción y educación sobre lactancia materna abordando no solo los aspectos prácticos, sino también los efectos psicológicos y fisiológicos de la LME, así como desmitificar creencias culturales que afectan su práctica.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization, (2022). Infant and young child feeding. Geneva: World Health Organization; 2009. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44117/9789241597494
2. Instituto Nacional de Salud Pública, “Prácticas de lactancia materna en México: desafíos y oportunidades”, 2020.
3. UNICEF, “Lactancia materna: un imperativo para el desarrollo infantil”, 2019.
4. C. Tawiah-Agyemang, et al. "Early initiation of breast-feeding in Ghana: barriers and facilitators." *Journal of perinatology* Vol 28(2), 2008, pp: S46-S52.
5. O. Stanley, et al. "Infant feeding practices and maternal socio-demographic factors that influence practice of exclusive breastfeeding among mothers in Nnewi South-East Nigeria: a cross-sectional and analytical study." *International breastfeeding journal* Vol. 9, 2014, pp: 1-10.
6. J. R. Godfrey, and R. A. Lawrence, "Toward optimal health: the maternal benefits of breastfeeding." *Journal of Women's health, Vol.*19 (9), 2010, pp: 1597-1602.
7. A. M. Stuebe, K. Grewen, and S. Meltzer-Brody. "Association between maternal mood and oxytocin response to breastfeeding." *Journal of women's health*, Vol. 22(4), 2013, pp: 352-361.
8. C. Xiaodong, T. Wardlaw y D. W. Brown, "Tendencias globales en lactancia materna exclusiva". *Revista internacional de lactancia materna*, Vol. 7,2012, pp: 1-5.
9. K. Ahmed Gharib, et al., "Prevalence of exclusive breastfeeding and its predictors among mothers in Micheweni, Chake-Chake and North ‘A’districts, Zanzibar." *Clin Mother Child Health* , Vol.14(1), 2017.
10. S. Guendelman, J. L. Kosa, M. Pearl, S. Graham, K. M. Goodman, Kharrazi M. Juggling work and breastfeeding: effects of maternity leave and occupational characteristics. Pediatrics, Vol. 123, 2009, pp:e38–46.
11. M. K. Walingo, M. Khakoni, and L. Amanya Mutuli, "Influence of maternal beliefs, attitude, perceived behavior on breast-feeding among post partum mothers in western Kenya", 2014, pp: 250-254.

EFECTO INHIBITORIO Y EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD CELULAR DE LA QUERCETINA FRENTE A *Enterococcus Faecalis:* UN ESTUDIO IN VITRO

Cecilia Hernández Morales[1], Liliana Patricia de la Fuente Cabrera[2], David Peroza Escobar[3], Imelda Denisse Hernández González.[4], Zoila Delgadillo Delgadillo[1]

[1,2,4] Facultad de Odontología Unidad Laguna Universidad Autónoma de Coahuila,[3],Centro de investigación Biomédico Unidad Laguna Universidad Autónoma de Coahuila .
ceciliahernandezmorale@uadec.edu.mx

RESUMEN

Introducción. El fracaso del tratamiento endodóntico suele deberse a la persistencia de microorganismos en el conducto radicular, siendo Enterococcus faecalis uno de los más persistentes. La quercetina un flavonoide polifenólico presente en diversas frutas y verduras, ha demostrado tener propiedades antibacterianas , lo que lo convierte en una alternativa potencial como irrigante o coadyuvante a los irrigantes tradicionales utilizados en endodoncia

Objetivo. Evaluar el efecto Inhibitorio y la viabilidad celular de la Quercetina frente a Enterococcus faecalis

Método. Se realizó un estudio experimental, analítico in vitro. E. faecalis ATCC 33186 se cultivó en placas de agar sangre a 37 °C durante 24 horas , las bacterias se suspendieron en un caldo BHI y se estandarizaron espectrofotométricamente a una concentración de 1 x 108 UFC/mL. La actividad antibacteriana se determinó a través del Método de Inhibición Mínima Microbicida siguiendo una técnica de microdilusión seriada con concentraciones de 50 µg/ml a 1.5625 µg/ml. La viabilidad celular se determinó utilizando el ensayo Alamar Blue (resazurina)

Resultados. La quercetina inhibió significativamente el crecimiento de Enterococcus faecalis (68,15 %) a 50 µg/mL, reduciendo la viabilidad celular en un 25,74 %.

Conclusión. La quercetina presentó efecto Inhibitorio contra Enterococcus Feacalis, se sugiere su uso potencial como irrigante o coadyuvante en tratamientos de endodoncia y una disminución de la viabilidad celular.

INTRODUCCIÓN

La endodoncia es una rama de la odontología que se enfoca en tratar enfermedades que afectan la pulpa del diente y los tejidos que rodean la raíz. Este procedimiento, conocido como tratamiento de conductos, busca preservar el diente dañado para evitar su extracción. Durante la terapia endodóntica, se remueve el tejido pulpar infectado o dañado junto con los microorganismos presentes en el conducto. Luego, los conductos se sellan con materiales biocompatibles para prevenir futuras infecciones.1

El tratamiento endodóntico tiene como objetivo limpiar los conductos radiculares, eliminando los microorganismos que causan las patologías pulpares y periapicales en dichos conductos.2

El fracaso del tratamiento endodóntico suele deberse a la persistencia de microorganismos en el conducto radicular, siendo Enterococcus faecalis uno de los más persistentes.

Enterococcus faecalis es una bacteria grampositiva con forma de bacilo, responsable de entre el 65 % y el 80 % de todas las infecciones nosocomiales por enterococos. Es una bacteria resistente a la mayoría de los antibióticos de primera línea.

La quercetina es un metabolito secundario sintetizado principalmente por las plantas y pertenece al grupo de los flavonoides polifenólicos. Se encuentra ampliamente distribuida en diversos alimentos de origen vegetal, como frutas cítricas, manzanas, cebollas, semillas, vegetales, vino tinto y té verde (1,2).

Diversos estudios han demostrado que la quercetina posee actividad antibacteriana. Su mecanismo de acción incluye la alteración de la integridad de la pared celular bacteriana y el incremento de la permeabilidad de la membrana celular. Asimismo, interfiere en la síntesis y expresión de proteínas, disminuye la actividad de enzimas esenciales y bloquea la síntesis de ácidos nucleicos, lo que contribuye a la inhibición del crecimiento bacteriano (3,4). Además, se ha observado que puede actuar tanto en bacterias Gram positivas como Gram negativas, afectando procesos clave para su supervivencia (5).

Por lo anterior, el estudio de la actividad antimicrobiana de la quercetina frente a Enterococcus faecalis representa una alternativa prometedora para mejorar la desinfección en tratamientos endodónticos y reducir la incidencia de fracasos terapéuticos.

TEORÍA

*Enterococcus faecalis ha demostrad*o persistir en conductos radiculares previamente tratados, lo que lo convierte en uno de los principales microorganismos asociados al fracaso endodóntico. Esta bacteria posee mecanismos de supervivencia como la formación de biopelículas, tolerancia a ambientes hostiles y resistencia a diversos agentes antimicrobianos, lo que dificulta su eliminación (8).

Los irrigantes actualmente utilizados como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina han mostrado eficacia en la desinfección del sistema de conductos; sin embargo, presentan limitaciones como toxicidad y la posible resistencia bacteriana. Por lo que , ha aumentado el interés por compuestos naturales con propiedades antimicrobianas, especialmente aquellos derivados de plantas.

Los flavonoides, metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en plantas , como la quercetina ha sido ampliamente estudiada por su potencial antibacteriano. Este compuesto actúa mediante diversos mecanismos, incluyendo la alteración de la membrana celular bacteriana, el aumento de la permeabilidad, la inhibición de la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos, así como la reducción de factores de virulencia

Además, la quercetina ha mostrado actividad contra una amplia variedad de microorganismos, incluyendo bacterias grampositivas y gramnegativas, e incluso cepas resistentes a antibióticos. Su efecto antibacteriano se asocia también con la disrupción de la pared celular y la interferencia en procesos metabólicos esenciales para la supervivencia bacteriana (2)

PARTE EXPERIMENTAL

Estudio experimental, analítico in vitro.

Preparación del medio de cultivo

Se empleó el medio de cultivo Agar sagre (Becton Dickinson®), se preparó con las instrucciones que indica el fabricante; se inoculó la cepa bacteriana de *Enterococcus Faecalis* ATCC 33186 y se incubo a 35º C por 24 horas en anaerobiosis

Preparación del inóculo bacteriano.

A partir de una placa de cultivo de 24 horas de la bacteria *Enterococcus faecalis* (ATCC® 29212™) se seleccionaron primeramente de 4 a 6 colonias y se ajustó el inóculo a una turbidez equivalente al 0.5 de la escala de MacFarland, se utilizó vórtex durante 15-20 segundos para homogenizar.

Preparación de la quercetina
Se diluyeron 50 mg de quercetina en 10 ml de etanol (solución stock). A partir de la solución stock se diluyeron 100 µl en 9.9 ml de agua destilada (solución estándar). 0.05 mg/mLTambién lo puedes expresar como: 50 µg/Ml

Evaluación del efecto antibacteriano
se determinó a través del Método de Inhibición Mínima Microbicida descrito por Chiong y cols., siguiendo una técnica de microdilusiones seriadas.

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
50 µg/ml	25 µg/ml	12.5 µg/ml	6.52 µg/ml	3.125 µg/ml	1.5625 µg/ml

Tabla 1. Concentraciones de quercetina para determinar el efecto antibacteriano.

A cada tubo se le inoculo 15 µL de suspensión bacteriana (*Enterococcus Faecalis* ATCC 33186)
Se incubaron a una temperatura de 37º por 24 horas. Se depositándose 200 µl de cada tubo en cada pocillo y se midió densidad óptica a una longitud de onda de 630 nm en espectrofotómetro (DYNATECH MR5000)

Evaluación del efecto de la quercetina sobre la viabilidad de *Enterococcus faecalis* mediante ensayo de resazurina
Se distribuyeron 100 µL de la suspensión bacteriana en placas de 96 pozos y se añadieron 100 µL de las diferentes concentraciones de quercetina previamente preparadas(Tabla 1). Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

Transcurrido el tiempo de incubación, se añadió resazurina a una concentración final de 0.01% (p/v) en cada pozo, y se incubó nuevamente a 37 °C durante 2–4 horas.

La viabilidad microbiana se determinó mediante la medición del cambio de color (de azul a rosa) y/o la absorbancia a 570 nm y 600 nm,

RESULTADOS

Actividad antimicrobiana de la quercetina contra Enterococcus faecalis evaluada mediante el porcentaje de inhibición a diferentes concentraciones. La concentración de 50 µl/ml presentó la mayor actividad inhibitoria (68.15 ± 10.20%), mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto al control negativo (**** $p < 0.0001$). Por el contrario, las concentraciones de 12.5 µl/ml (10.37 ± 17.97%), 6.25 µl/ml, 3.125 µl/ml y 1.5625 µl/ml exhibieron una reducción progresiva de la actividad antimicrobiana. Estos hallazgos sugieren una relación dosis-dependiente, donde el incremento en la concentración de quercetina se asocia con una mayor inhibición del crecimiento bacteriano. Los datos se expresan como media ± desviación estándar, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$

Evaluación de la viabilidad celular de Enterococcus faecalis mediante el ensayo de Alamar Blue tras la exposición a diferentes concentraciones de quercetina. La concentración de 50 µl/ml produjo la mayor reducción en la viabilidad bacteriana (25.74 ± 3.48%) en comparación con el control negativo (100 ± 27.75%), lo que indica una marcada actividad antimicrobiana. En contraste, las concentraciones de 25 µl/ml (99.42 ± 5.65%) y 6.25 µl/ml (117.00 ± 10.63%) no mostraron una disminución relevante de la viabilidad celular. Asimismo, las concentraciones de 12.5 µl/ml y 3.125 µl/ml presentaron valores superiores al control negativo, lo que podría atribuirse a variaciones experimentales o a posibles efectos subinhibitorios sobre la actividad metabólica bacteriana. Por su parte, el control positivo con hipoclorito de sodio mostró una reducción moderada de la viabilidad

(58.17 ± 1.16%). En conjunto, los resultados sugieren que la quercetina ejerce un efecto antimicrobiano dependiente de la concentración, siendo la dosis de 50 µl/ml la más eficaz para disminuir la viabilidad de E. faecalis. Los datos se expresan como media ± desviación estándar, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

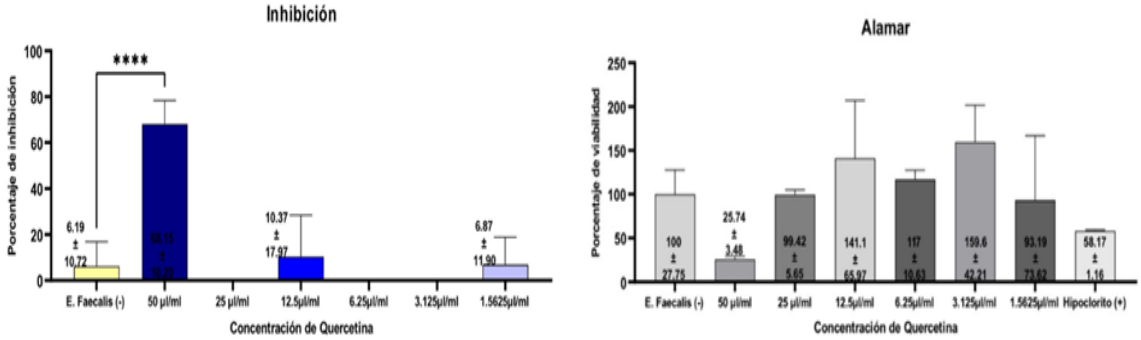


Figura 1. A Efecto inhibitorio de la quercetina sobre Enterococcus faecalis a diferentes concentraciones. La concentración de 50 µL/mL mostró una inhibición significativa del crecimiento bacteriano (**** $p < 0.0001$). B Porcentaje de viabilidad de Enterococcus faecalis tras el tratamiento con diferentes concentraciones de quercetina, usando Alamar Blue como indicador metabólico. No se observaron diferencias significativas en la viabilidad bacteriana entre las concentraciones evaluadas de quercetina y el control positivo (hipoclorito), de acuerdo con los valores de media ± desviación estándar.

CONCLUSIONES

La quercetina mostró una actividad antimicrobiana significativa frente a Enterococcus faecalis, reflejada en la inhibición del crecimiento bacteriano y la reducción de la viabilidad celular. Estos resultados respaldan su potencial aplicación como irrigante o agente coadyuvante en la desinfección de conductos radiculares. No obstante, se requieren estudios adicionales, tanto in vitro como clínicos, para confirmar su eficacia y seguridad antes de su incorporación a la práctica endodóntica.

BIBLIOGRAFÍA

1. L. H. Berman and K. M. Hargreaves, Cohen's Pathways of the Pulp (Elsevier, St. Louis, MO, 2021), 12th ed.
2. T. L. A. Nguyen and D. Bhattacharya, “Antimicrobial activity of quercetin: An approach to its mechanistic principle”, Molecules, Vol. 27, 8, 2022, Article 2494.
3. H. Memariani, M. Memariani, and A. Ghasemian, “An overview on anti-biofilm properties of quercetin against bacterial pathogens”, Appl. Microbiol. Biotechnol., Vol. 103, 2019, pp. 819-833.
4. B. Natarajan, G. Jeevanandan, P. C. Maganur, A. A. Ahmed, A. A. Syed, and S. Vishwanathaiah, “Antimicrobial efficacy of fluoride varnish with quercetin against Enterococcus faecalis: An in vitro study”, Eur. J. Gen. Dent., Vol. 15, 1, 2025, pp. 99-105.
5. M. Torabinejad and R. E. Walton, Endodontics: Principles and Practice (Elsevier, St. Louis, MO, 2020), 6th ed.
6. F. S. Weine, Endodontic Therapy (Mosby, St. Louis, MO, 2004), 6th ed.
7. L. H. Berman and K. M. Hargreaves, Cohen's Pathways of the Pulp Expert Consult (Elsevier, St. Louis, MO, 2016), 11th ed.
8. I. A. A. Ali and P. Neelakantan, “Antibiofilm activity of phytochemicals against Enterococcus faecalis: A literature review,” Phytother. Res., Vol. 36, 7, 2022, pp. 2824–2838.

RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA Y FABRICACIÓN ADITIVA DEL TEJIDO MAMARIO CON DELIMITACIÓN TUMORAL EMPLEANDO MASTOGRAFÍAS COMO EVALUACIÓN ESPACIAL PREVÍA A CIRUGÍA

Mariana Abigail Duarte Rodríguez[1], Ana Camila Núñez de Anda[1], J. Pablo Razón González[1], J. Carlos Estrada Gutiérrez[2], J. Miguel García Guzman[1], Miroslava Cano Lara[1]*

[1]Tecnológico Nacional de México/ITS de Irapuato, [2]Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara.

*miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx

RESUMEN

El cáncer de mama es una de las principales causas de morbilidad en mujeres a nivel mundial, su detección temprana es fundamental para mejorar el pronóstico y la calidad de vida de las pacientes. En este contexto, la imagenología diagnóstica como la mamografía permiten identificar alteraciones en el tejido mamario. Este trabajo presenta el desarrollo de un modelo tridimensional del tejido mamario con presencia de un tumor, a partir del análisis de imágenes médicas tipo DICOM obtenidas mediante mastografías en una mujer de 49 años, en proyecciones oblicua medio-lateral y craneocaudal del seno derecho, procesadas mediante el software RadiAnt lo que permitió obtener mediciones precisas del tejido y del tumor. La cuantificación del daño en el seno se obtuvo por volúmenes de cuerpos geométricos como la esfera, elipsoide o una caja, el volumen del seno fue de $\mathbf{369cm^3}$ y de la masa o protuberancia de $\mathbf{4.71cm^3}$ lo que representa el 1.3% del volumen total del seno. El diseño en SolidWorks empleo técnicas de revolución, recubrimiento y reconstrucción por superficies con un diseñó la cavidad interna para simular la presencia tumoral. La impresión 3D fue en filamento TPU-95A y el tumor se relleno de gel coat oscuro para ayuda visual. La reconstrucción volumétrica del seno se presenta como un modelo tridimensional basado en información real de la mamografía, de esta manera este estudio demuestra que la integración del procesamiento de imágenes médicas, el modelado tridimensional y el análisis geométrico permite generar representaciones precisas de un organo del ser humano.

INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama representa uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial, siendo la primera causa de mortalidad por neoplasias en las mujeres. La detección temprana y la caracterización precisa de las lesiones son factores determinantes para mejorar el pronóstico y la calidad de vida de las pacientes. En este contexto, las técnicas de imagenología diagnóstica, como la mastografía, constituyen herramientas fundamentales para identificar alteraciones en el tejido mamario y orientar la toma de decisiones clínica [1]. La mama es una glándula especializada cuya estructura está conformada por tejido glandular, adiposo y conectivo organizados de manera tridimensional. Esta anatomía proporciona soporte y funcionalidad al tejido mamario, y constituye la referencia estructural necesaria para distinguir entre condiciones normales y alteraciones patológicas. El conocimiento de la anatomía mamaria normal es esencial para interpretar correctamente los estudios de imagen y para localizar con precisión lesiones que puedan estar asociadas con procesos neoplásicos. La comprensión resulta fundamental en el desarrollo de modelos tridimensionales, ya que permite representar de forma fiel la morfología del seno y la ubicación espacial de las lesiones dentro del tejido analizado, véase la figura 2 [2].

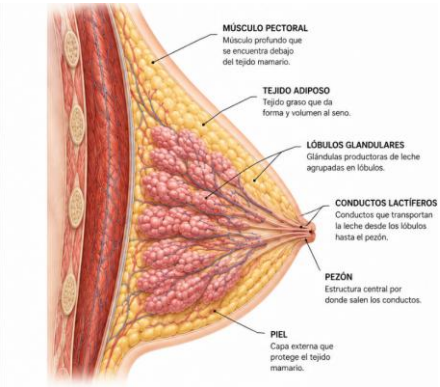


Figura 1. Anatomía mamaria normal del seno femenino.

Sin embargo, las imágenes bidimensionales presentan limitaciones al momento de evaluar la morfología y extensión espacial de los tumores, lo que dificulta la interpretación y la planificación de tratamientos. Ante esta problemática, la integración de tecnologías de ingeniería como el procesamiento digital de imágenes médicas, la reconstrucción volumétrica y la fabricación aditiva ofrece nuevas posibilidades para transformar datos clínicos en modelos tridimensiones de alta fidelidad. La reconstrucción volumétrica a partir de archivos DICOM permite cuantificar con precisión las dimensiones del tejido mamario y de las lesiones presentes, mientras que el modelado tridimensional posibilita generar representaciones geométricas que simulan la anatomía real. Por su parte, la impresión 3D facilita la creación de bio-modelos que reproducen las características físicas del tejido y del tumor, favoreciendo su análisis morfológico y espacial [3].

En el caso del cáncer de mama, la aplicación de herramientas de ingeniería permite transformar estudios mastográficos en representaciones tridimensionales que reproducen de manera tangible la relación entre la lesión y el tejido mamario circundante (ver Fig.1). Este enfoque fortalece la colaboración entre ingeniería y medicina, al convertir datos diagnósticos en recursos tecnológicos que facilitan el análisis morfológico, la investigación biomédica y la formación especializada del personal de salud. Así, la ingeniería no solo aporta soluciones tecnológicas innovadoras, sino que también contribuye directamente al avance científico y al desarrollo de nuevas estrategias para el estudio y comprensión de enfermedades complejas como el cáncer de mama [4].

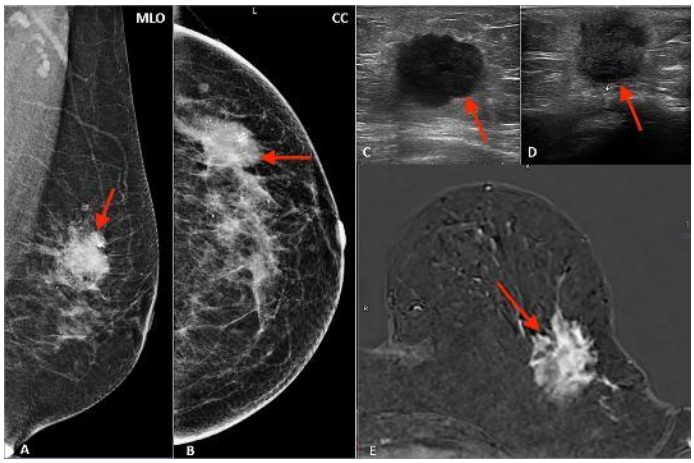


Figura 2. Seno con presencia tumoral. Fuente: Adaptado de Fity Club (s. f.)

Este trabajo presenta una metodología que integra imagenología médica, modelado computacional y fabricación aditiva para la caracterización física de tumores mamarios. Se desarrolló un modelo tridimensional del tejido mamario con una lesión tumoral a partir del análisis de imágenes mastográficas en formato DICOM del seno derecho de una paciente de 49 años, obtenidas en

proyecciones oblicua medio-lateral y cráneo-caudal. Las imágenes fueron procesadas en RadiAnt DICOM Viewer para identificar la lesión y determinar sus dimensiones y localización anatómica. Esta metodología demuestra cómo la ingeniería puede transformar información clínica en modelos físicos que facilitan la caracterización morfológica y espacial de las lesiones, con aplicaciones en diagnóstico, investigación y formación especializada en ciencias de la salud.

TEORÍA

La mastografía es una técnica de imagen médica basada en el uso de rayos X de baja energía para la visualización del tejido mamario y la detección de alteraciones estructurales asociadas con lesiones benignas o malignas. Su principio de funcionamiento se fundamenta en la interacción de la radiación electromagnética con los tejidos biológicos, donde la atenuación diferencial de los rayos X permite generar contrastes radiográficos que facilitan la identificación de masas, calcificaciones y asimetrías en el tejido mamario [5]. En este contexto, las imágenes de mastografía se almacenan comúnmente en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), estándar internacional utilizado para la gestión, almacenamiento y transmisión de imágenes médicas. Este formato permite conservar información anatómica, espacial y densimétrica relevante para el análisis clínico y computacional, facilitando la obtención de mediciones precisas y la reconstrucción de estructuras anatómicas a partir de estudios diagnósticos.

En la reconstrucción anatómica se requiere un modelo tridimensional que puede ser adquirido por un CAD (Dibujo Asistido por Computadora) constituye una herramienta de gran utilidad en el área biomédica, ya que permite transformar información bidimensional en representaciones espaciales con mayor fidelidad anatómica. A partir del procesamiento geométrico de áreas médicas, es posible reconstruir estructuras anatómicas complejas y representar con mayor precisión la morfología, localización y volumen de lesiones, favoreciendo su análisis visual y espacial. La integración del procesamiento de imágenes médicas, el diseño asistido por computadora y la manufactura aditiva ha permitido el desarrollo de modelos anatómicos con aplicaciones en docencia, investigación y análisis clínico. En el caso del cáncer de mama, estas herramientas ofrecen una alternativa para la representación tridimensional de lesiones, facilitando la compresión morfológica del tejido afectado y contribuyendo al desarrollo de recursos tecnológicos orientados al apoyo biomédico, véase la figura 3 [6].

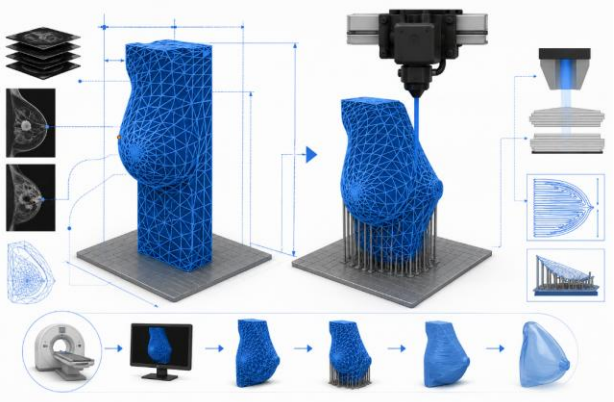


Figura 3. Secuencia de procesamiento de imágenes médicas, modelado CAD e impresión 3D.

PARTE EXPERIMENTAL

La metodología empleada se desarrolló a partir de cuatro etapas: adquisición y análisis de imágenes médicas, cuantificación geométrica de la lesión, reconstrucción tridimensional digital y validación física del modelo, véase la figura 4.

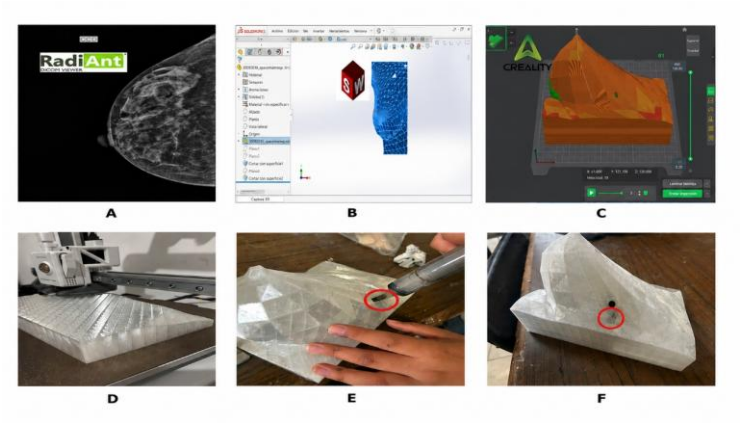


Figura 4. Esquema del procesamiento del seno.

Se emplearon imágenes de mastografías en formato DICOM correspondientes a un estudio del seno derecho de una paciente de 49 años con evidencia de lesión tumoral, adquiridas en proyección oblicua medio-lateral (OML) y cráneo-caudal (CC). Estas proyecciones fueron seleccionadas debido a que permiten una visualización complementaria del tejido mamario y facilitan la localización anatómica de la lesión desde diferentes planos. La información obtenida constituyó la base diagnóstica para el análisis morfológico y la reconstrucción geométrica del modelo. Las imágenes fueron procesadas en el software RadiAnt DICOM Viewer, donde se realizó la inspección anatómica del tejido mamario y la delimitación de la mesa tumoral. Mediante las herramientas de medición del software se obtuvieron dimensiones lineales del seno y la lesión, así como su posición relativa dentro del volumen mamario. Estas dimensiones constituyeron las bases para el análisis geométrico y la reconstrucción digital del modelo, véase la figura 5.

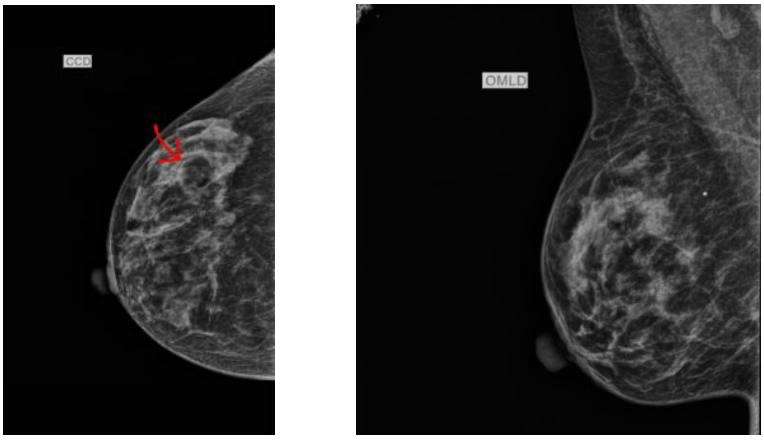


Figura 5. Mastografía en proyección CCD y OMLD del seno derecho utilizadas para la localización del tumor. Fuente: Imágenes clínicas en formato DICOM utilizadas con autorización y preservando la confidencialidad de la paciente.

El análisis mastográfico y ultrasónico permitió identificar una lesión nodular en el cuadrante superior interno de la mama derecha, caracterizada por morfología ovalada, contornos circunscritos y dimensiones aproximadas de $\mathbf{20 \times 10 \times 15\ mm}$. Esta localización anatómica fue utilizada como referencia para el diseño de la cavidad tumoral del modelo, véase la figura 6.

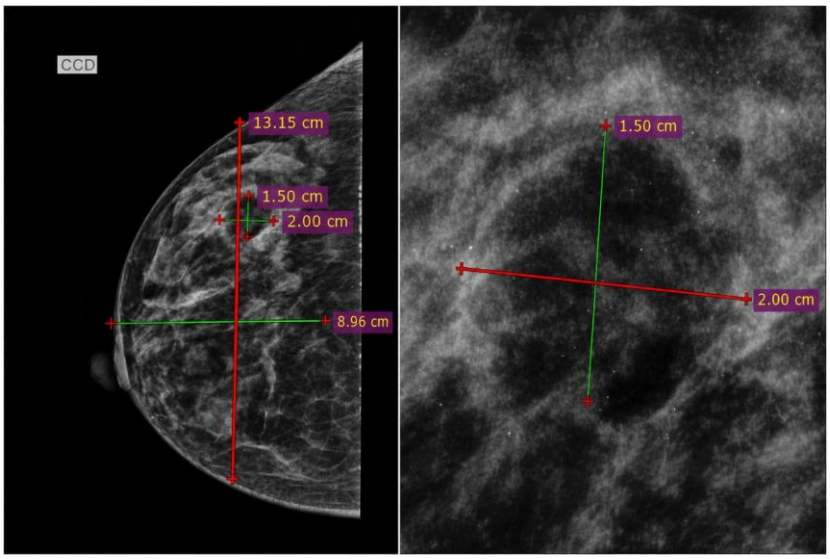


Figura 6. Visualización del tumor en vista Cráneo- caudal.

La cuantificación del volumen mamario se realizó mediante una aproximación geométrica basada en cuerpos tridimensionales regulares y para el seno se empleó una aproximación volumétrica mediante cuerpos equivalentes. Se consideran geometrías tipo esfera, elipsoide y prisma rectangular, con el fin de estimar el volumen anatómico total a partir de sus dimensiones principales. El volumen del seno se determinó a partir de sus ejes principales con valor aproximado de $\mathbf{369}\ \boldsymbol{cm^3}$. Para la lesión tumoral se empleó una aproximación elipsoidal basada en sus dimensiones radiográficas, con volumen de $\mathbf{4.71}\ \boldsymbol{cm^3}$. La afección volumétrica corresponde al 1.3% del volumen total del seno.

El modelo mamario se diseñó como un modelo tridimensional en SolidWorks 2021, la geometría externa del seno mediante operaciones de revolución y recubrimiento, utilizando perfiles anatómicos obtenidos de las proyecciones mastográficas OML y CC. Posteriormente, se realizó la reconstrucción por superficies para ajustar la morfología externa del modelo y aproximar a la geometría real del tejido mamario, véase la figura 7. Una vez definida la anatomía externa, se incorporó una cavidad interna correspondiente a la localización y dimensiones de la lesión tumoral preservando su relación espacial con respecto al volumen total del seno.

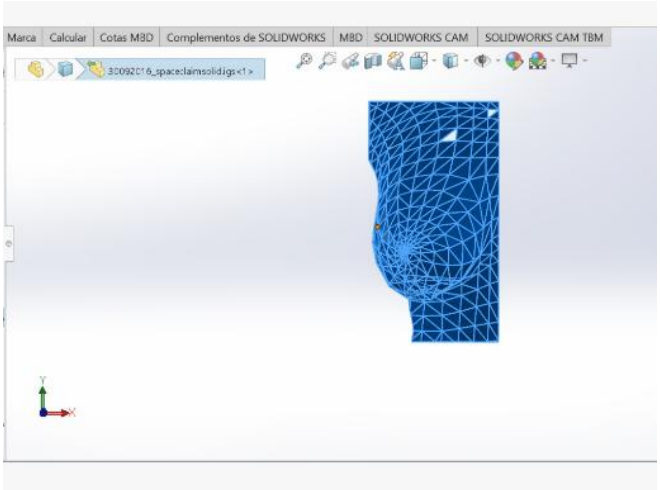


Figura 7. Diseño del seno derecho en SolidWorks.

El modelo del seno final fue exportado en formato *.STL para su preparación en manufactura aditiva procesado en Creality Print con filamento TPU 95A seleccionado por sus propiedades elastoméricas, flexibilidad y comportamiento mecánico semejante al tejido blando, véase la figura 8.

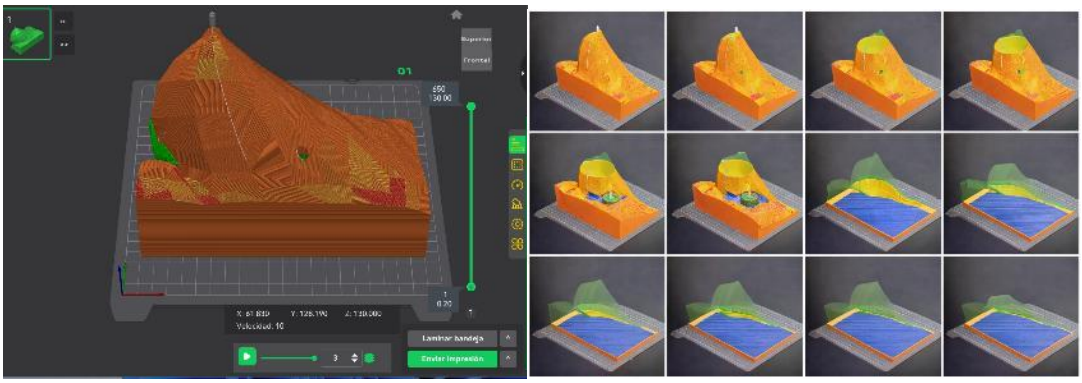


Figura 8. Modelo laminado con cavidad tumoral.

La fabricación aditiva del seno fue rellenado en la cavidad tumoral utilizando gel coat pigmentado a base de resina oscura, seleccionado por su mayor rigidez, estabilidad estructural y contraste visual respecto al TPU. Este material permitió simular una región de mayor densidad mecánica dentro del tejido mamario, facilitando la diferencia táctil y visual de la lesión, véase la figura 9.



Figura 9. Rellenado de cavidad tumoral en la fabricación aditiva del seno derecho.

RESULTADOS

El análisis de las mastografías en formato DICOM permitió identificar una lesión localizada en el seno derecho y determinar sus dimensiones a partir de las proyecciones medio-lateral y craneocaudal. Mediante las herramientas de medición de RadiAnt DICOM se obtuvieron dimensiones de $\mathbf{20 \times 10 \times 15mm}$ para la masa tumoral, lo que permitió establecer su localización y delimitación dentro del tejido mamario con referencia anatómica precisa. Esta información es de gran relevancia en el ámbito médico, ya que facilita la caracterización morfológica y espacial de la lesión, contribuye a una mejor interpretación diagnóstica y proporciona datos cuantitativos útiles para la evaluación clínica. Asimismo, constituye la base para la generación de modelos tridimensionales que apoyan la investigación biomédica, la planificación terapéutica y la formación especializada en ciencias de la salud.

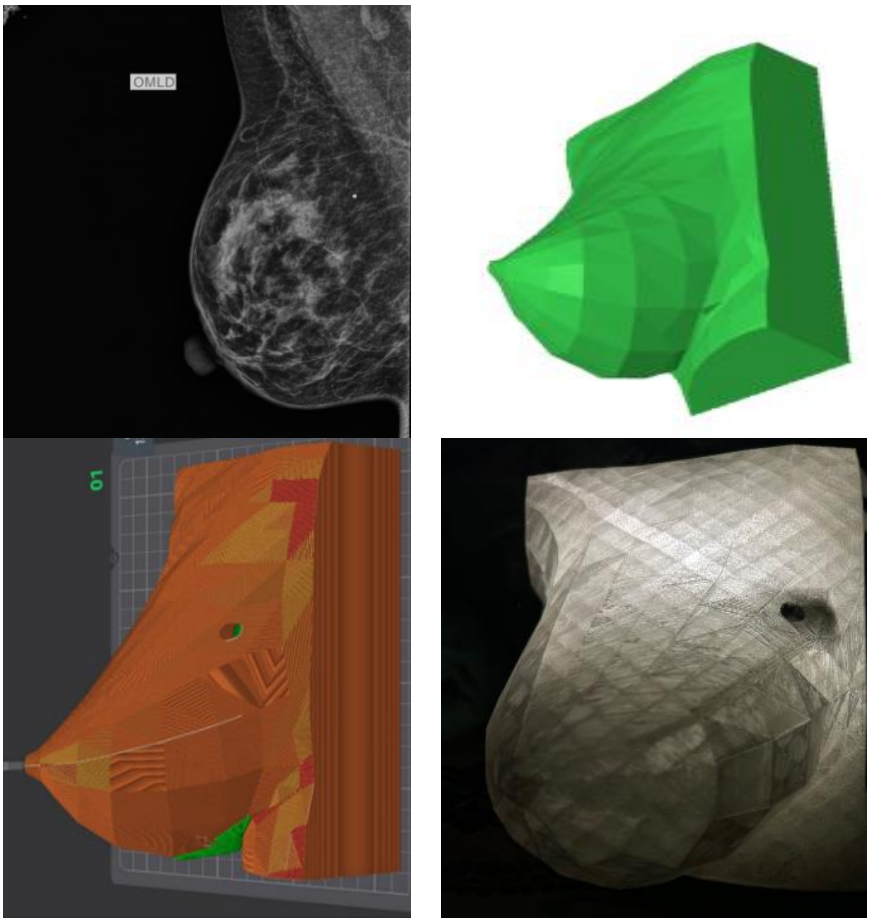


Figura 10. Proceso de reconstrucción tridimensional e impresión 3D del modelo anatómico de mama con lesión tumoral. Imagen OMLD, modelo CAD, modelo *.stl e impresión aditiva.

La figura 10 muestra de forma secuencial las principales etapas del proceso desarrollado para obtener el modelo anatómico del seno con lesión tumoral. A partir de las dimensiones obtenidas, se realizó estimación volumétrica del seno y de la lesión mediante aproximaciones geométricas equivalentes. El volumen total del seno se estimo $\mathbf{369cm^3}$, mientras que la lesión presentó un volumen aproximado de $\mathbf{4.71\ cm^3}$. La relación entre ambos valores indico que la masa tumoral presenta un 1.3% del volumen total del tejido mamario analizado. Esta cuantificación permitió establecer una referencia objetiva del grado de afectación volumétrica y aportó un criterio cuantitativo para la caracterización inicial de la lesión, véase la figura 11.



Figura 11. Proyección del tumor en vista medio lateral.

La reconstrucción tridimensional en SolidWorks permitió generar un modelo digital con correspondencia geométrica respecto a las dimensiones obtenidas en el análisis mastográfico. La aplicación de operaciones de revolución, recubrimiento y reconstrucción por superficies permitió producir la morfología general del seno, mientras que la incorporación de una cavidad interna posibilitó representar la ubicación anatómica y el volumen de la lesión con relación espacial consistente. La fabricación aditiva permitió presentar de forma tridimensional la morfología del seno y la localización espacial de la lesión, facilitando su visualización anatómica y delimitación estructural. La integración de análisis mastográfico, la cuantificación geométrica y la reconstrucción tridimensional demostró la viabilidad de generar modelos anatómicos a partir de imágenes médicas con utilidad en caracterización morfológica, representación espacial de lesiones y apoyo en procesos de análisis biomédico.

CONCLUSIONES

El presente trabajo demostró la variabilidad de reconstruir tridimensionalmente el tejido mamario con presencia de una lesión a partir de imágenes en formato DICOM. La integración del procesamiento de imágenes médicas, el análisis geométrico, el modelado asistido por computadora y la manufactura aditiva permitió transformar la información clínica bidimensional en una representación física con correspondencia anatómica y espacial respecto a la lesión localizada en el cuadrante superior interno de la mama derecha. Este trabajo aporta una metodología reproducible para convertir datos clínicos reales en modelos tridimensionales anatómicamente representativos, integrando conocimientos de ingeniería, procesamiento de imágenes y biomateriales. En el ámbito médico, el modelo desarrollado puede servir como herramienta de apoyo para la visualización y caracterización morfológica de lesiones mamarias, fortaleciendo procesos de investigación biomédica, enseñanza especializada y análisis diagnóstico.

BIBLIOGRAFÍA

[1]. Organización Mundial de la Salud. Cáncer de mama. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer. Consultado en mayo de 2026.
[2]. Manual MSD. (s. f.). Generalidades sobre los trastornos mamarios. Manual MSD Versión para público general. https://www.msdmanuals.com/es/hogar/salud-femenina/trastornos-mamarios/generalidades-sobre-los-trastornos-mamarios
[3]. Universidad del Valle de México. (s.f.). La ingeniería está revolucionando la medicina. UVM. https://blog.uvm.mx/la-ingenieria-esta-revolucionando-la-medicina
[4]. Universidad del Valle de México. (s. f.). La ingeniería está revolucionando la medicina. Blog UVM. https://blog.uvm.mx/la-ingenieria-esta-revolucionando-la-medicina
[5]. National Cancer Institute. Mamografías (PDQ®). Disponible en: https://www.cancer.gov/espanol/cancer/deteccion/exploracion-mamaria/mamografias-pdq.
[6]. Álvarez Torres, M. (2025, 31 de marzo). Científico mexicano del IPN innova en el diagnóstico de cáncer de mama con técnicas 3D. Infobae.

FRACTURAS Y SU RESOLUCION NATURAL

María Alejandra Sánchez Domínguez, Rodrigo Jesús Barrón Rodríguez, Luis Enrique Díaz Zepeda

Universidad Autónoma de Querétaro., Facultad de Ciencias Naturales.
msanchez243@alumnos.uaq.mx

RESUMEN

Una fractura se define como la ruptura completa o incompleta de la continuidad del hueso o cartílago, acompañada por diversos grados de lesión en los tejidos blandos y compromiso del flujo sanguíneo[1]. El tratamiento ortopédico, dependiendo del grado y tipo de fractura, es específico en cada caso, pero establece la utilización de dispositivos o aparatos de fijación para reducir de manera adecuada la lesión. El conejo *(Oryctolagus cuniculus)* es una especie en la que las fracturas ocurren frecuentemente debido a la menor densidad y grosor de su esqueleto (7-8% de su peso corporal, frente al 12-13% gato, 14% hombre o hasta 17% en bovinos)[2,3]. y sus reacciones violentas al manejo, que obedece a su naturaleza nerviosa al ser presa en vida silvestre. Existen escasas o nulas evidencias de resolución natural de fracturas en la literatura. Según un estudio en la facultad de medicina veterinaria de la Universidad de California en Davis, reporto 1293 casos de traumatismos ortopédicos (fracturas/luxaciones) en pequeños mamíferos tratados entre enero 1998 y julio de 2011, de los cuales el 17.3% de las fracturas en conejos del estudio fueron tibio/fibular, frente al 26.9% de fracturas que se localizaron en fémur, siendo las más comunes en este tipo de especies[8].

En el presente trabajo se reporta el caso de un conejo joven rescatado de la vía pública, que ingresó al servicio veterinario para mascotas no convencionales ViSaZoo-UAQ con fractura tibio-fibular del miembro pélvico izquierdo confirmada mediante estudio radiográfico. En este se apreciaba el eje anatómico alterado. Dado el estado de reparación de la lesión y la falta de recursos económicos de los responsables para realizar la corrección ortopédica, se determinó permitir que la fractura prosiguiera su corrección de manera completamente natural, sin ningún método ortopédico, bajo vigilancia clínica. Esta se llevó a cabo con el seguimiento de los avances en la reparación mediante estudios radiográficos, valoraciones médicas, y observación de la movilidad y actividades del paciente. El seguimiento se realizó a lo largo de la vida del conejo observando una corrección progresiva en la alineación de los fragmentos. Esta restauración del eje anatómico, aunque no fue total, clínicamente, le permitió al paciente recuperar la movilidad por completo y realizar actividades normales como saltar sin dificultad aparente. Esta contribución permite a los estudiantes profundizar en el estudio anatómico de los miembros y la resolución de patologías traumáticas, facilitando una comprensión práctica de las fracturas. Se concluye que la reparación natural en fracturas de huesos largos en conejos es posible bajo condiciones de monitoreo clínico. Este hallazgo resalta la capacidad biológica de consolidación del tejido óseo en ejemplares jóvenes y sugiere que, en casos donde la cirugía no es viable, el manejo conservador puede conducir a una recuperación funcional exitosa sin comprometer la calidad de vida del paciente.

INTRODUCCIÓN

La estructura ósea es la encargada de sostener el peso de un organismo. Los huesos son capaces de transmitir cargas, predominantemente de compresión, flexión y torsión, ofrecen una alta rigidez, y consiguen todo eso con el mínimo peso y máxima eficacia[5].

Una fractura es una ruptura completa o incompleta de la continuidad del hueso o cartílago pudiendo o no haber desplazamiento de los fragmentos.

Se acompaña de diversos grados de lesión en los tejidos blandos circundantes, incluyendo la irrigación sanguínea, y de la función del aparato locomotor.[6]

Tanto las lesiones óseas como las músculo--esqueléticas de origen traumático constituyen un problema común en traumatología de animales de compañía. Los huesos largos están sometidos a fuerzas fisiológicas y no fisiológicas. Las primeras son generadas por el soporte de peso, la contracción muscular y la actividad física asociada, mientras que las segundas ocurren en situaciones como: accidentes automovilísticos, lesiones por armas de fuego o caídas.

Las fracturas se pueden clasificar según diversas bases, y todas son útiles para describir la fractura. Se pueden incluir factores causales; presencia de una herida externa comunicante; ubicación, morfología y gravedad de la fractura; y estabilidad de la fractura tras la reducción axial de los fragmentos.

Factores causales
Violencia directa aplicada al hueso. Las estadísticas indican que al menos entre el 75% y el 80% de todas las fracturas son causadas por accidentes automovilísticos o de vehículos motorizados.

Violencia indirecta. La fuerza se transmite a través del hueso o musculo hasta un punto distante donde se produce la fractura (p.ej. fractura del cuello femoral, avulsión del tubérculo tibial, fractura de los cóndilos del humero o del fémur).

Enfermedades óseas. Algunas enfermedades óseas causan destrucción o debilitamiento óseo trastornos nutricionales que afectan al hueso.

Estrés repetido. Las fracturas por fatiga en animales pequeños se observan con mayor frecuencia en los huesos de las patas delanteras o traseras[1].

Presencia de herida externa comunicante
Fractura cerrada. La fractura no comunica con el exterior.
Fractura abierta. El foco de la fractura comunica con el exterior. Estas fracturas están contaminadas o infectadas, y la consolidación en el mejor de los casos, puede ser complicada y retrasada. (Figura 1, A)
Fractura transversal. La fractura cruza el hueso en un ángulo no mayor a 30º con respecto al eje longitudinal del hueso. (Figura 1, D)

Figura 1. Descripción de las fracturas[1].

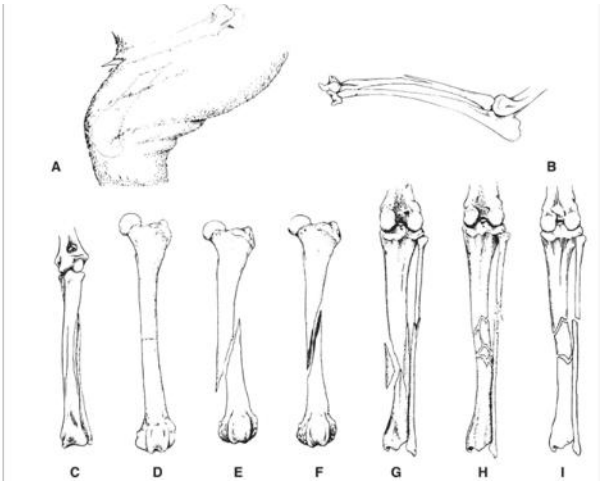


Ilustración tomada de: Hanbook of small animal orthopedics and fracture repair, por De Camp, et. al. 2015. P. 28

Fractura oblicua. La fractura describe un ángulo mayor a 30 grados con respecto al eje longitudinal del hueso. (Figura 1, E)

Fractura en espiral. Este es un caso especial de fractura oblicua en el que la línea de fractura se curva alrededor de la diáfisis. (Figura 1, F)

Fractura incompleta. Solo afecta una cortical, se denomina fractura en tallo verde en animales jóvenes debido a la curvatura de la cortical no fracturada. Las fracturas fisúrales presentan grietas finas que penetran la cortical en dirección lineal o espiral. En animales con esqueleto inmaduro, el periostio suele conservarse intacto. (Figura 1, B, C)

Fractura completa. Una fractura describe una única rotura circunferencial del hueso. Cualquier fragmentación que produzca un defecto en el lugar de la fractura debe ser menor a un tercio del diámetro óseo tras la reducción.

Fracturas multifragmentarias. Son conocidas como fracturas conminutas, presentan uno o mas fragmentos completamente separados de tamaño intermedio.

Fractura en cuña. Una fractura multifragmentaria con cierto contacto entre los fragmentos principales tras la reducción[1].

Cuñas reducibles. Fragmentos con una longitud y un ancho mayores a un tercio del diámetro óseo. Tras la reducción y fijación de la cuña a un fragmento principal, el resultado es una fractura simple. . (Figura 1, G)

Cuñas no reducibles. Fragmentos con una longitud y anchura inferiores a un tercio del diámetro óseo, que dan lugar a un defecto entre los fragmentos principales tras una reducción de más de un tercio del diámetro. (Figura 1, H)

Fractura múltiple o segmentaria. El hueso se rompe en tres o más segmentos; las líneas de fractura no convergen en un punto común. (Figura 1, I)

Estabilidad después del reemplazo en posición anatómica normal.
Fractura estable. Los fragmentos se entrelazan y resisten las fuerzas de acortamiento. El objetivo principal de la fijación es prevenir la deformidad angular y rotacional.

Fractura inestable. Los fragmentos no se entrelazan y, por lo tanto, se deslizan entre sí y se desvían de su posición. La fijación esta indicada para mantener la longitud y la alineación, y para prevenir la rotación[1].

En conejos resulta bastante más complicado la colocación de vendaje en las extremidades posteriores, por lo que se recurre al manejo quirúrgico donde puede utilizarse clavos intramedulares y también fijadores externos. Los clavos intramedulares se utilizan en el tratamiento quirúrgico de las fracturas transversas simples u oblicuas cortas, así como en ciertas fracturas conminutas de la diáfisis. Los cerclajes son auxiliares en el tratamiento de las fracturas, su aplicación es adicional a una fijación primaria como es el clavo intramedular o la fijación esquelética. Nunca deben ser colocados como único método en el tratamiento de fracturas diafisarias de los huesos largos. Independientemente del método de fijación utilizado, las radiografías de alta calidad son esenciales para diagnosticar y evaluar las condiciones asociadas con el trauma, requieren dos vistas de la articulación anterior y debajo del sitio del trauma, ambos antes de estabilizar la fractura.[5]

PARTE EXPERIMENTAL

El presente trabajo se reporta el caso de un conejo joven (6 meses de edad) encontrado en la calle y que fue atendido en el servicio veterinario para mascotas no convencionales VisaZoo-UAQ, con una fractura oblicua en el segundo tercio de la diáfisis y una línea de fisura en la parte diafisaria y metafisaria proximal del miembro posterior izquierdo. Dado el estado de la lesión (fibrosis) y recursos económicos limitados de los responsables, se determinó que la fractura prosiguiera su corrección de manera completamente natural. La vigilancia y el seguimiento de la recuperación y reparación fueron el objetivo de este trabajo.

Figura 2. Posicionamiento del conejo para estudio radiográfico.



Rotación de los miembros anteriores hacia medial para asegurar el posicionamiento adecuado de la rótula.[4]

Los avances en la reparación de la fractura del paciente se realizaron mediante estudios radiográficos tomando proyecciones anteroposterior y medio-lateral. Posicionando al paciente con base al método descrito por Rodríguez-Fontán et. Al. (2019). Colocar decúbito supino y mantener en su lugar inmovilizado la parte superior del cuerpo, la pelvis se coloca dentro del campo de los rayos x y se tiran las dos patas traseras para enderezar las extremidades inferiores y asegurar que la rótula este posicionada hacia adelante.[4]

El paciente fue citado periódicamente, pero no acudió con regularidad, por lo que la toma de estudios radiográficos se realizó cada vez que asistió.

A lo largo del seguimiento clínico del caso, en las radiografías realizadas, se evaluó el eje anatómico, realizando un comparativo progresivo en las imágenes radiográficas obtenidas. La calidad y homogeneidad de las tomas radiográficas varió entre los estudios debido a que fueron tomadas con diferentes recursos y empleando diferentes métodos de revelado o digitalización. Los estudios radiográficos se realizaron en las fechas 20-mayo-2018 (al encontrar al paciente en la calle); 28-mayo-2018 (al revisar al paciente por primera vez en VisaZoo-UAQ); 25-junio-2018 (1era revisión); 1-junio-2020 (acudió a orquiectomía); 18-abril-2022 (revisión); 6-mayo-2025 (atención de emergencia por problema gastrointestinal severo, ocurriendo el deceso del paciente).

RESULTADOS

Cuadro 1. Imágenes de los estudios radiográficos realizados a Logan durante, y su evolución en el tiempo (7 años).

	20/05/18	28/05/18	25/06/18	01/06/20	13/04/22	06/05/25
Proyección anteroposterior						
Proyección medio-lateral						

- 20/05/18. Los fragmentos de la tibia y fíbula se observaban sobrepuestos y desalineados con respecto al eje anatómico y mecánico del miembro.
- 28/05/18. Se observa tejido de reparación (fibrosis), en los fragmentos de la tibia y fíbula.
- 25/06/18. Se observa una mejor alineación de los fragmentos y la remodelación ósea activa.
- 01/06/20. Radiografía de seguimiento, dos años después, se observa la reparación completa de la fractura, y la curvatura notable por la sobreposición de los huesos.
- 13/04/22. Se observa la fractura completamente reparada, con una notable curvatura en el miembro afectado, sin embargo, no afecto su movilidad.
- 06/05/25. Se observa resolución de fractura tibio-fibular con desplazamiento caudal y reducción de la longitud ósea.

DISCUSIÓN

La resolución natural o consolidación espontanea en fracturas es un proceso biológico complejo, influenciado por factores como la edad, el peso, el tipo de fractura y las afecciones subyacentes.

La edad del paciente afecta la composición y las propiedades mecánicas del hueso. El hueso está compuesto de tejido conectivo rico en colágeno y una matriz mineralizada que sustenta a una población celular regenerativa diversa que incluye osteoblastos, osteocitos, osteoclastos y glóbulos blancos y rojos. Los pacientes jóvenes tienen una mayor proporción de tejido conectivo rico en colágeno con respecto a la matriz mineralizada, así como un periostio denso en colágeno. Por lo tanto, puede haber mayor flexión del hueso antes de que se rompa. En contraste el hueso maduro tiene una alta proporción de hueso cortical mineralizado y, como resultado, es más frágil y propenso a la ruptura cortical completa.

En la traumatología moderna, el éxito de la reparación de una fractura se debate entre dos filosofías de tratamiento el “carpintero” y el “jardinero”. Acuñada originalmente por la AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) o Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis.

El “carpintero” se centra en la reducción anatómica y el aspecto visual y radiográfico de la reparación. Lo que se refleja en la invasividad del abordaje y en la cantidad de implantes necesarios para lograrla, a menudo con placas, tornillos de compresión y alambres de cerclaje, con el objetivo de lograr la comprensión interfragmentaria. Esto ofrece muchos beneficios, incluyendo la restauración de la anatomía y la alineación, la fijación rígida, la pronta recuperación funcional y el potencial de consolidación ósea primaria.

Sin embargo, a menudo hay un costo biológico. Se ha demostrado que al drenar el hematoma de la fractura a través de la reducción abierta y fijación interna retrasa la consolidación. En un estudio de fracturas femorales inducidas en ratas, el drenaje del hematoma provocó una reducción de aproximadamente el 50% en la rigidez a la flexión del callo óseo a las 4 semanas posteriores a la fractura, en comparación con los roedores control que mantuvieron el hematoma intacto. El efecto más perjudicial fue cuando el drenaje del hematoma se retrasó dos o cuatro días, siendo las fracturas con hematoma intacto de 5 a 10 veces más fuertes a las 4 semanas. Se ha comprobado que el hematoma intacto proporciona factores de crecimiento y células mesenquimales que son vitales para una rápida angiogénesis y para la formación del callo fibrocartilaginoso.

La aplicación de implantes directamente al hueso implica tanto el desprendimiento de tejidos blandos circundantes, como el músculo y la compresión de la vasculatura perióstica. El resultado es una reducción del suministro de sangre al hueso para su mantenimiento y reparación. Irónicamente, una estructura más fuerte y rígida puede tener una mayor incidencia de fallo si existe un deterioro umbral en el componente biológico de la consolidación de la fractura. Si la aplicación de implantes priva la zona de fractura de su capacidad para consolidarse rápidamente, la estructura tendrá que resistir las fuerzas de fractura durante más tiempo y puede fallar.[7]

El “jardinero” se preocupará más por la preservación de los tejidos blandos y el riego sanguíneo que por la reducción anatómica y la fijación rígida. Los implantes serán mínimamente invasivos y se centrarán en cubrir la zona de fractura en lugar de reconstruirla. Los fragmentos y la compresión interfragmentaria a menudo se ignorarán, bajo el supuesto de que el cuerpo los integrará y remodelará mediante procesos biológicos. La osteosíntesis biológica se producirá más rápidamente debido a la preservación del hematoma de la fractura y los tejidos blandos que proporcionan riego sanguíneo.

Cada fractura debe evaluarse minuciosamente, teniendo en cuenta los factores mecánicos, biológicos y del paciente antes de promover la osteosíntesis biológica.

Este caso clínico constituye un ejemplo sumamente ilustrativo de la filosofía del “jardinero” aplicada a la ortopedia. A través del seguimiento radiográfico, se evidenció como en un periodo notablemente corto, el paciente desarrollo un callo fibrocartilaginoso óptimo, logrando la estabilización y posterior consolidación de la tibia sin ayuda de vendajes, fijación externa o procedimientos quirúrgicos invasivos. Aunque se desconocen los antecedentes exactos del paciente y el tiempo preciso transcurrido entre el traumatismo y su hallazgo, el éxito del proceso permite deducir que la naturaleza cerrada de la lesión mantuvo el hematoma de la factura estrictamente intacto durante los días críticos

posteriores al accidente. Al no llevarse a cabo un proceso quirúrgico, el organismo del paciente inicio de forma inmediata una cascada de reparación autónoma sumamente eficiente, demostrando que, en pacientes juveniles y sometidos a ciertos criterios, la preservación del potencial biológico nativo es capaz de superar la ausencia de una fijación mecánica rígida.[7]

CONCLUSIONES

Este caso clínico demuestra que la corrección del eje anatómico y mecánico tras una fractura tibio-fibular oblicua puede llevarse a cabo de forma natural y exitosa, bajo ciertas circunstancias, logrando la funcionalidad del paciente a largo plazo sin intervenciones ortopédicas. A través del seguimiento a lo largo de la vida del animal, se evidenció como procesos biológicos como el cabalgamiento óseo, actuarán como mecanismos adaptativos eficaces para reparar la lesión.

Sin embargo, el éxito de este proceso natural pone de manifiesto la existencia de factores biológicos y biomecánicos asociados a la consolidación ósea que aún no están completamente descritos ni estudiados. Por lo tanto, se hace indispensable profundizar en la investigación de estos fenómenos. Comprender a fondo las fuerzas y procesos que intervienen en la reparación natural, no solo enriquecerá el conocimiento veterinario actual, sino que, también validará alternativas terapéuticas viables para situaciones críticas donde existan limitación de recursos, falta de materiales o restricciones por el tamaño del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. DeCamp, C. E., Johnston, S. A., Dejardin, L. M., & Schaefer, S. (2015). Brinker, Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. Elsevier Health Sciences. Cápitulo 2. Pág.25-28
2. Crosta L, Domingo R, Jimenez J, Silvestre A. 2009. Manual clínico de animales exóticos. Multimedia ediciones veterinarias. Barcelona. España. Capítulo 1. Pág. 16.
3. .Kuswati, Kuswati & artono, Kusm & Susilawati, T. & Rosyidi, D. & Agus, Ali. (2014). Carcass Characteristics of Brahman Crossbred Cattle in Indonesian Feedlot. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. 7. 19-24. 10.9790/2380-07431924.
4. Yu, Y., Rodriguez-Fontan, F., Eckstein, K., Muralidharan, A., Uzcategui, A. C., Fuchs, J. R., & Payne, K. A. (2019). Rabbit model of physeal injury for the evaluation of regenerative medicine approaches. Tissue Engineering Part C: Methods, 25(12), 701-710.
5. Medina, L. F. (2020). Resolución quirúrgica en fractura de fémur en Conejo (Oryctolagus cuniculus).
6. González-Chávez, Mitchell Torres, & Zamora-Montalvo, Yendri. (2018). Caracterización de fracturas femorales de caninos atendidos en un servicio asistencial veterinario de La Habana, Cuba. Revista de Salud Animal, 40(1), 00. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2018000100003&lng=es&tlng=pt.
7. Bleakley, S. (2024). Principles of Fracture Repair. In Techniques in Small Animal Soft Tissue, Orthopedic, and Ophthalmic Surgery, K.A. Coleman (Ed.). https://doi.org/10.1002/9781394159970.ch38
8. Carpenter J,W, Quesenberry K E, 2012. Ferret, Rabbits, and Rodents Clinical Medicine and Surgery. 3ra ed. Editorial El Servier. Missouri. Estados Unidos.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN NIÑOS DE EDAD ESCOLAR

Aída Margarita Rodríguez Rodríguez, Xóchitl Azzeneth Romero Rodríguez, María Guadalupe Álvarez Acosta, Juana Gabriela Luna Pacheco, Alejandro Calderón Ibarra, Francisca Chávez Ruvalcaba

Universidad Autónoma de Zacatecas
aida.rodriguez@uaz.edu.mx

RESUMEN

La edad escolar es una etapa de vida en la que se adquieren hábitos de alimentación y de actividad física que pueden influir directamente en el estado nutricional, el rendimiento académico y a largo plazo con la calidad de vida y la salud. El consumo adecuado de alimentos saludables, la práctica de actividad física regular y desayunar todos los días, son componentes esenciales de un estilo de vida saludable. Sin embargo, en los últimos años, diversos estudios resaltan la disminución de la calidad de la dieta, altos niveles de sedentarismo y frecuencia irregular del desayuno en los estudiantes de nivel básico. El objetivo de la presente investigación fue analizar el comportamiento alimentario en escolares a partir del consumo semanal de alimentos, la frecuencia del desayuno y la actividad física. Se realizó estudio descriptivo, observacional y transversal con 499 escolares, mediante la aplicación de cuestionarios sobre el consumo de alimentos por semana, hábito de desayuno y practica de actividad física. El análisis de la alimentación se realizó con base al consumo semanal de alimentos recomendables y no recomendables de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) y las recomendaciones de las guías alimentarias mexicanas. Se encuestaron 499 estudiantes, 51.5% niñas y 48.5% niños. Solo el 55.9% desayunan diariamente, En general, el consumo de alimentos saludables como frutas, verduras y leguminosas se concentra entre 3 y 4 días por semana, con una baja proporción de consumo diario. En contraste, los alimentos no recomendados como carnes procesadas, comida rápida y bebidas azucaradas muestran un consumo frecuente de 2 a 4 días semanales. El consumo diario de agua, aunque más elevado que el de otros alimentos, no es lo recomendable en la población estudiada. Se concluye que el consumo de alimentos, frecuencia del desayuno y práctica de actividad física no son adecuados, es fundamental fortalecer las estrategias de la educación nutricional y la práctica de actividad física en el entorno escolar, incluyendo también a padres de familia y docentes, para que en conjunto se puedan mejorar los estilos de vida y por consecuencia la salud integral de niños y niñas.

Palabras clave: consumo semanal de alimentos, actividad física, desayuno, escolares.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la FAO[1], la malnutrición es el factor principal de riesgo de la carga mundial de enfermedad, afectando a millones de niños que presentan retraso en el crecimiento, emaciación, sobrepeso y deficiencias de micronutrientes. Muchos de estos problemas persisten hasta la edad escolar, especialmente en países de bajos y medianos ingresos. Una alimentación inadecuada en los escolares ocasiona un efecto negativo sobre los procesos de crecimiento y desarrollo, a nivel psicomotor, social y biológico[2,3].

El estilo de vida en la etapa escolar comprende un conjunto de hábitos conductuales sobre la alimentación, actividad física y salud que puede variar de acuerdo a las relaciones sociales y las condiciones de vida individual o colectiva[4].

Tener hábitos adecuados durante la infancia, es determinante clave para el desarrollo físico, cognitivo y emocional. El desayunar diariamente, seguir un patrón de consumo semanal de alimentos

y realizar actividad física de manera regular, son componentes esenciales de un estilo de vida saludable que influyen directamente en el estado nutricional, la composición corporal y el rendimiento académico. Se ha demostrado que la calidad y frecuencia del desayuno se relaciona con un aporte adecuado de nutrientes esenciales, lo que impacta positivamente en la salud y desarrollo integral de los escolares[5]. Sin embargo, estudios recientes reportan que saltar y omitir el desayuno es una práctica frecuente en este grupo de edad, lo cual se vincula con inadecuados hábitos alimentarios y de actividad física, abonando el aumento en las tasas de sobrepeso, obesidad y sedentarismo, considerados problemas de salud pública a nivel global[6].

Incluir en el desayuno alimentos saludables como frutas, verduras, hortalizas, proteína de calidad y cereales integrales, se ha asociado con niveles adecuados en la ingesta de micronutrientes como hierro, calcio y vitaminas del complejo B, por lo que su omisión implica tener deficiencias nutricionales importantes en los escolares[5]. Los hábitos de vida saludable se caracterizan principalmente por tener una alimentación balanceada, en su mayoria conformada por alimentos recomendables[7] y realizar actividad física de manera frecuente.

La promoción de estilos de vida saludables en escuelas primarias de México han cobrado relevancia ante los índices tan altos de sobrepeso y obesidad infantil, sin embargo, a pesar de que por más de una década, se han implementado diversos programas con este objetivo, los resultados no han sido favorables. Por lo que es necesario complementar con estrategias orientadas a mejorar la salud integral y el bienestar en conjunto con el entorno educativo y familiar [8].

La relación que existe entre el estado nutricional, el consumo de alimentos y la práctica de actividad física en escolares ha sido investigada por diversos autores que han concluido que la actividad física practicada de manera regular, en el entorno escolar, se asocia a conductas alimentarias más favorables y perfiles de masa corporal más adecuados[9,10].

A pesar de la implementación y creación de políticas y programas de educación nutricional, un porcentaje importante de estudiantes de nivel básico siguen sin desayunar diariamente, además de consumir alimentos de alto valor calórico o procesados, generalmente deficientes en contenido nutricional, y tener una vida sedentaria[1], el cumplimiento de las Guías Alimentarias Saludables y Sostenibles (GASS) es muy bajo[11]. Desafortunadamente estas conductas están relacionadas con aumentar el riesgo de presentar problemas de salud como el sobrepeso y la obesidad, por lo que surge la necesidad de identificar las claves nutricionales del estilo de vida escolar, teniendo en cuenta el consumo semanal de alimentos, la frecuencia y calidad del desayuno y la práctica de actividad física para crear estrategias efectivas de intervencion.

MARCO TEORICO

El período escolar (6-12 años) presenta un crecimiento lento y estable hasta la pubertad, con aumento progresivo de peso y talla. En esta etapa influyen más los compañeros, la escuela y las tecnologías, pudiendo aparecer hábitos alimentarios menos saludables, por lo que es fundamental el fomentar una alimentación saludable. El ejercicio regular y una dieta adecuada durante infancia, se vinculan con un desarrollo cognitivo adecuado en los niños[12].

La alimentación infantil no solo depende de factores biológicos y familiares, también de cambios sociales. La salud está estrechamente ligada a la alimentación y muchas enfermedades no transmisibles como obesidad, diabetes, cáncer y enfermedades cardiovasculares se relacionan con malos hábitos de alimentación. Por lo que es fundamental fomentar una buena nutrición desde la infancia, ya que los hábitos adquiridos en los primeros años suelen mantenerse a lo largo de la vida[13]. Una buena dieta para un niño en edad escolar es la que incluye alimentos de todos los grupos en cantidades adecuadas, además de ser variada y equilibrada. Se recomienda además que los niños realicen de forma habitual actividad física, como parte de su estilo de vida[14].

De acuerdo a la OMS[15] (2026), los niños en edad escolar necesitan una alimentación saludable con comidas y refrigerios nutritivos. Su crecimiento es constante pero lento, por lo que se recomienda

que coman de 4 a 5 veces al día. Es una etapa donde se forman hábitos de alimentación, con gustos y aversiones a algunos alimentos. Las costumbres familiares influyen en las elecciones alimentarias.

Al desayuno se le ha considerado la comida más importante del día por los beneficios en la calidad en la dieta, el bienestar general, la función cognitiva y rendimiento académico. Su consumo regular mejora la ingesta de nutrientes, el peso saludable y la actividad física. Sin embargo, porcentajes importantes 20-30% de escolares omiten el desayuno, su importancia radica en la alta demanda de glucosa del cerebro tras el ayuno nocturno[16].

Desayunar es clave para el desarrollo y el rendimiento escolar, sin embargo, muchos estudiantes lo consumen de forma inadecuada[17]. En investigación realizada[18] en 2019 concluyeron que los estudiantes que desayunan todos los días obtienen más rendimiento académico, lo que refuerza que tiene un efecto positivo en el desarrollo cognitivo. Se ha encontrado correlación positiva, entre mayor conocimiento en temas de nutrición y consumo frecuente de alimentos saludables[19,20].

En México existen las Guías alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana, las cuales son una herramienta para ayudar a la población a tener una alimentación de calidad, que ayude a prevenir enfermedades y proteja el medio ambiente. Además de ser la base para crear políticas y programas, mediante los cuales, la población pueda adoptar y mantener una alimentación saludable y sostenible, además de evitar el sedentarismo[21]. Las GASS están conformadas por recomendaciones mediante las cuales promueven:

- Procurar alimentar los primeros 6 meses de vida con leche materna
- Consumo diario de frutas, verduras, leguminosas, y agua natural
- Elegir cereales integrales o de granos enteros y en general alimentos frescos
- Disminuir el consumo de carne de res y evitar alimentos procesados
- Evitar consumo de alcohol
- Hacer actividad física
- Disfrutar los alimentos en familia o con amigos

La ENSANUT[7] clasifica los alimentos en recomendados y no recomendados, los cuales tiene las siguientes características

-Recomendables para el consumo cotidiano, dentro de los cuales se incluyen frutas, verduras, leguminosas, agua, huevo, carnes no procesadas, lácteos, nueces y semillas. Aportan nutrientes esenciales y son fundamentales para una dieta saludable.

-No recomendables para el consumo frecuente como las carnes procesadas, comida rápida y antojitos fritos, botanas, dulces y postres, cereales dulces y bebidas azucaradas. Alimentos con alto contenido de azúcares, grasas y calorías vacías.

Un hábito es cuando se tiene una conducta que se repite de manera automática, se caracteriza por realizarse de manera inconsciente. El comportamiento pasado y la intencionalidad influyen en las acciones futuras, dependiendo de si el hábito está consolidado o no. Los hábitos de vida saludable son actitudes y conductas determinadas por el ambiente familiar, social y escolar que repercuten en el bienestar físico y social. En el ámbito escolar, los hábitos de vida saludable incluyen conductas respecto a la alimentación y actividad física, pudiendo favorecer o afectar el aprendizaje[22].

Los hábitos alimentarios influyen en el estado de salud a corto y largo plazo, por lo que es importante, cuando se quiere conocer como son los hábitos de los escolares, evaluar las prácticas parentales de alimentación, los conocimientos sobre nutrición y los hábitos de alimentación infantil. La promoción de los hábitos saludables requiere de un trabajo en equipo que incluya a los escolares y padres de familia[23,24].

Además de la alimentación, la actividad física es una preocupación actual en el área de la salud. El crecimiento de la tecnología ha ocasionado que la movilidad de las personas disminuya ya que permanecen más tiempo inactivos, lo que se relaciona directamente con la incidencia de sobrepeso y obesidad. La práctica de actividad física de manera regular, en los niños principalmente, genera

grandes beneficios, sin embargo, ha cambiado la forma de jugar a pasatiempos más pasivos como los videojuegos o uso de celulares[14].

La práctica de actividad física en la escuela favorece el desarrollo físico y muscular de niños y jóvenes, además de promover estilos de vida saludables. Estudios realizados han demostrado una asociación positiva entre actividad física y mejor desempeño académico, especialmente en materias de matemáticas y lenguaje. Se ha determinado que se obtienen mejores resultados en pruebas estandarizadas cuando los estudiantes practican actividad física más de cuatro horas por semana. Aunque por la presión de tener un rendimiento académico más alto, también se suele limitar el tiempo destinado a estas actividades en el contexto escolar[22].

El coeficiente intelectual está influenciado por factores ambientales y genéticos, en los escolares se ha asociado de manera positiva con buenos hábitos alimentarios y mayor práctica de actividad física[25].

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal, en una población de 499 escolares. El tamaño de muestra se determinó mediante la fórmula para poblaciones finitas, considerando una población total de 185,456 estudiantes de nivel básico (primaria) de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en Zacatecas del ciclo escolar 2024-2025. Se estableció un nivel de confianza de 95% (Z=1.96), una proporción esperada del 50% (p=0.5), debido a la ausencia de datos previos específicos en la población de estudio, y un margen de error del 4.4% (e=0.044). La elección de p=0.05 se realizó por representar el escenario de máxima variabilidad. El tamaño mínimo de la muestra fue de 499 estudiantes.

Se utilizó muestreo probabilístico por conglomerados. En una primera etapa, se seleccionaron de manera aleatoria las instituciones educativas participantes dentro del total de centros escolares. En una segunda etapa, se incluyeron estudiantes de los grados seleccionados hasta completar el tamaño de muestra requerido. No hubo pérdidas, rechazos ni cuestionarios incompletos por lo que no fue necesario hacer ajustes a la muestra.

Criterios de Selección

Inclusión: estudiantes de nivel básico pertenecientes al estado de zacatecas que estuvieran cursando 1º-5º grado de primaria, con la autorización a participar de los padres de familia mediante consentimiento informado.

Exclusión: estudiantes de 6º grado de primaria, quienes no tuvieran la autorización a participar de los padres de familia

Instrumentos y técnicas de medición.

Se aplicó una encuesta estructurada de 19 preguntas orientadas a identificar los tipos de alimentos que se consumen habitualmente, la práctica de actividad física y el hábito de desayunar diariamente. El análisis estadístico se realizó en Excel y SPSS versión 25, mediante estadística descriptiva y de correlación de variables con pruebas de chi cuadrada de Pearson, como medida de asociación se aplicó el V de Cramer para variables categóricas, considerando estadísticamente significativo un valor de $p<0.05$.

La investigación se realizó conforme a lo establecido en la Ley General de Salud y en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, particularmente en lo referente a la investigación en seres humanos. Así mismo, se tomaron en consideración los principios éticos de la Declaración de Helsinki, priorizando el respeto a la dignidad, los derechos y el bienestar de los participantes. De acuerdo a la edad de los participantes, se solicitó el consentimiento informado por escrito de los padres o tutores legales. Se informó que la participación era voluntaria, así como el derecho de retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusión alguna, aclarando que el estudio se considera de riesgo mínimo ya que solamente se trató de la aplicación de encuestas sobre

hábitos de alimentación y actividad física. La información obtenida se trató de manera confidencial y anónima, asignando códigos a los participantes y utilizando exclusivamente con fines académicos y de investigación.

RESULTADOS

De acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 1 la población está ligeramente inclinada hacia el sexo femenino, la distribución por género mostró un equilibrio relativo, con una mínima diferencia entre ellos.

Tabla 1. *Género*

Género		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	F	257	51.5	51.5	51.5
	M	242	48.5	48.5	100.0
	Total	499	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 2, se observa que la mayoría de los escolares reportan desayunar todos los días, mientras que el 18.6% lo hacen en ocasiones y el 25.5% no desayunan. Esto indica que, aunque más de la mitad de los estudiantes mantienen el hábito de desayunar, una cantidad importante de ellos tienen hábitos irregulares o ausentes de desayuno, lo que puede influir en su nutrición y rendimiento académico.

Tabla 2. Hábito de desayuno

¿Desayunas?		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	93	18.6	18.6	18.6
	No	127	25.5	25.5	44.1
	Si	279	55.9	55.9	100.0
	Total	499	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia

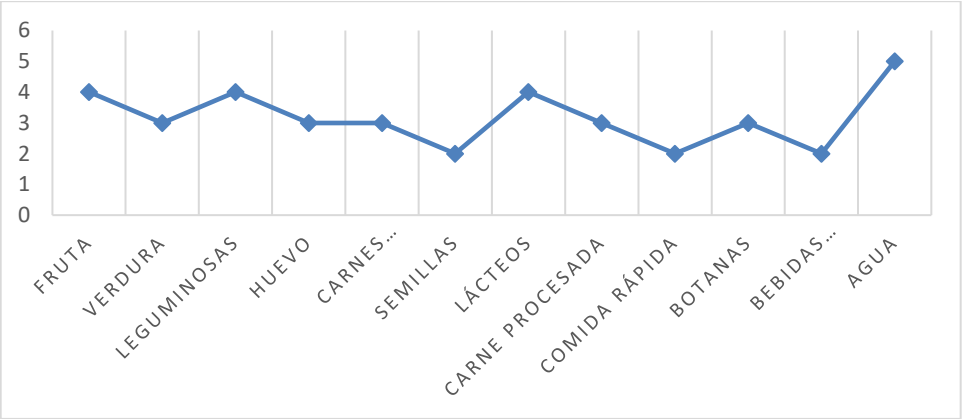


Figura 1. *Mediana del consumo de alimentos y bebidas*

La ingesta de agua es la más alta (mediana=5), indicando que la mayoría de los participantes consumen agua de manera regular. El consumo de frutas (4), carnes rojas/blancas y verduras (3) también se encuentra por encima de la mediana, lo que refleja hábitos relativamente saludables.

Alimentos como lácteos y semillas (2) tienen un consumo menor, mientras que botanas, bebidas azucaradas y comida rápida se consumen de manera moderada (2-3).

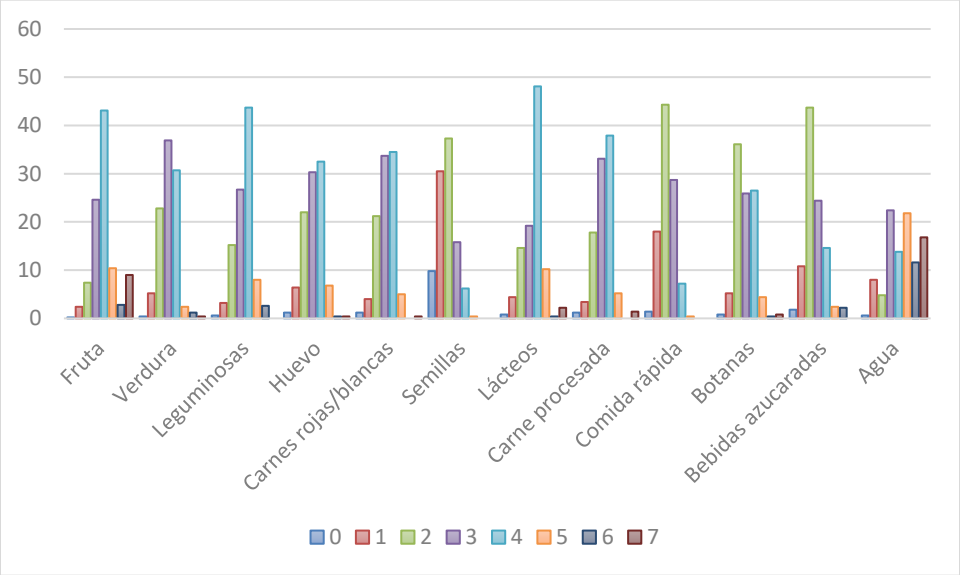


Figura 2. *Consumo semanal de alimentos*

La frecuencia semanal de consumo de diversos grupos alimenticios en la población estudiada muestra, en la Figura 2, discrepancias importantes con las recomendaciones establecidas en las guías alimentarias mexicanas y los reportes de ENSANUT. Los alimentos como frutas, verduras y leguminosas se consumen principalmente entre 3 y 4 días por semana, con solo una minoría que alcanza el consumo diario recomendado. Esto indica un cumplimiento inferior a lo sugerido, pues las guías promueven su ingesta diaria para mantener una dieta equilibrada y saludable. El consumo de agua, aunque es el más frecuente entre todos los alimentos, no alcanza el 100% diario, señalando una oportunidad para mejorar la hidratación adecuada en la población. Respecto al consumo de huevo, el patrón de consumo se sitúa mayormente entre 3 y 4 días semanales, lo cual está alineado con las recomendaciones mexicanas que sugieren un consumo frecuente, pero no necesariamente diario. Por su parte, los lácteos son consumidos con frecuencia, (4 días por semana la mayoría) pero el bajo porcentaje de consumo indica que no cumple del todo con la recomendación de ingesta habitual para asegurar un adecuado aporte de calcio y proteínas. De los alimentos considerados no recomendables como las bebidas azucaradas, comida rápida, botanas y carnes procesadas, muestran un consumo frecuente en la población, con una concentración principalmente entre 2 y 4 días por semana.

En resumen, aunque hay presencia significativa de alimentos saludables en la dieta semanal, el consumo diario ideal es insuficiente para frutas, verduras, leguminosas y lácteos. Paralelamente la ingesta frecuente de alimentos no recomendados refleja un área crítica que se debe tomar en cuenta para intervenciones de salud pública y promoción de hábitos alimentarios más saludables.

El consumo frecuente de frutas, verduras, leguminosas y lácteos (Tabla 3), está por debajo de lo que recomiendan las guías y ENSANUT, por lo que no se cumple con la recomendación de consumo habitual diario de estos alimentos.

Tabla 3. Comparación frecuencia semanal de alimentos recomendables

Grupo	Recomendación	Resultados investigación
Frutas	Recomendación ideal: consumo diario (5-6 veces por semana)	La mayoría consume 3-4 días por semana, solo el 9% lo consume todos los días
Verduras	Recomendación ideal: diario	Predomina 3-4 día por semana, consumo diario casi inexistente
Leguminosas	Recomendación: frecuente/diario	Mayor consumo en 4 días por semana, no diario y rara vez 5-7 días
Agua	Recomendación, principal fuente de hidratación a diario	El agua tiene consumos altos, pero no de 7 días por semana
Huevo	Recomendación frecuente, varios días por semana	Alineado a las recomendaciones, consumo 3-4 días por semana
Lácteos	Recomendación consumo diario	La mayoría consume 4 días por semana

Fuente: elaboración propia

Con base a los resultados obtenidos del consumo de alimentos no recomendados (bebidas azucaradas, comida rápida, botanas y procesados) de la población estudiada, en la Tabla 4 se presenta un comparativo con lo recomendado por las GASS y ENSANUT. Los resultados de la presente investigación muestran un consumo relativamente frecuente, lo que indica que no refleja el consumo recomendado.

Tabla 4. *Comparación de frecuencia semanal de alimentos no recomendables*

Grupo	Recomendación	Resultados investigación
Bebidas azucaradas	Reducir al máximo	Se consumen principalmente 2-3 días por semana
Comida rápida/ botanas/ procesados	Evitar o eliminar	Altos porcentajes consumen comida rápida y botanas con 2-4 días por semana
Carnes procesadas / alto contenido de grasa	Consumir lo menos posible	Consumo frecuente (3-4 días por semana)

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 5, la frecuencia de actividad física es más común en quienes reportaron hacerlo 3 días por semana (23.8%), seguida de 5 días (21.4%) y 1 día (20.6). El 15.4% de los escolares reportó no realizar actividad física. Las niñas presentan mayor frecuencia en 3 días por semana, mientras que los niños destacan en frecuencias más altas (5-7 días). En general, aunque la mayoría realiza actividad física entre 1-5 días por semana, existe un grupo considerable que no practica actividad física, lo que representa un área de oportunidad para la promoción de hábitos saludable. La distribución de la frecuencia de actividad física no es independiente del género, hombres y mujeres no se distribuyen de la misma manera en los distintos niveles de actividad.

Tabla 5. Frecuencia de actividad física semanal por género

			Género		
			F	M	Total
Frecuencia de actividad física	0	Recuento	40	37	77
		% del total	8.0%	7.4%	15.4%
	1	Recuento	51	52	103
		% del total	10.2%	10.4%	20.6%
	2	Recuento	23	13	36
		% del total	4.6%	2.6%	7.2%
	3	Recuento	69	50	119
		% del total	13.8%	10.0%	23.8%
	4	Recuento	19	19	38
		% del total	3.8%	3.8%	7.6%
	5	Recuento	45	62	107
		% del total	9.0%	12.4%	21.4%
	6	Recuento	9	2	11
		% del total	1.8%	0.4%	2.2%
	7	Recuento	1	7	8
		% del total	0.2%	1.4%	1.6%
Total		Recuento	257	242	499
		% del total	51.5%	48.5%	100.0%

P=.016

Los resultados de la prueba chi-cuadrado de Pearson mostraron una asociación estadísticamente significativa entre el género y la frecuencia de actividad física, p= .016, lo que indica que la distribución de la frecuencia de actividad física difiere según el género, observándose una mayor concentración de mujeres en niveles moderados y una mayor participación de hombres en los niveles más altos de actividad física.

Por lo que la relación entre género y frecuencia de actividad física es estadísticamente significativa, de magnitud pequeña; hay diferencias reales entre hombres y mujeres, pero no son grandes; existe bastante solapamiento entre ambos grupos. Además, del tamaño del efecto calculado mediante el V de Cramer fue de 0.19, lo que indica una asociación de magnitud pequeña entre el género y la frecuencia de actividad física.

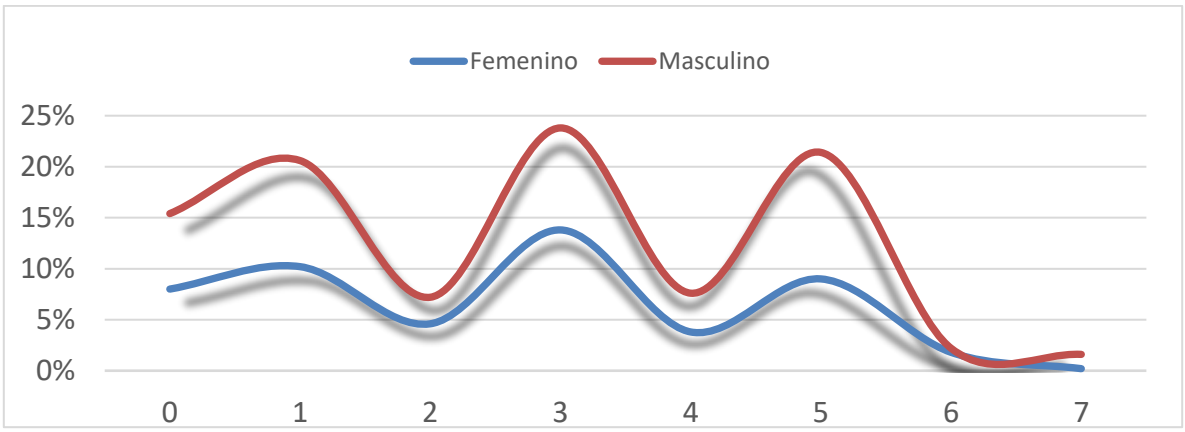


Figura 3. Frecuencia de Actividad física por semana/género

El patrón de actividad física es trimodal, con picos de participación en 1, 3 y 5 días a la semana, siendo los días 3 el punto de mayor afluencia para ambos sexos. Los extremos de la gráfica muestran una participación mínima, en especial los 7 días de la semana.

CONCLUSIONES

Aunque más de la mitad de los escolares desayuna regularmente, una proporción importante no lo hace o lo realiza de manera ocasional, lo que refleja un área de oportunidad en la promoción de hábitos saludables.

La frecuencia semanal de consumo de alimentos saludables (frutas, verduras, leguminosas y agua) es inferior a las recomendaciones de las guías alimentarias mexicanas y ENSANUT, que promueven su ingesta diaria. Los lácteos presentan bajo consumo, no es diario, lo que indica que no se alcanzan las recomendaciones ideales para el grupo de edad. En contraste, alimentos no recomendados o a limitar (bebidas azucaradas, comida rápida, botanas y carnes procesadas) se consumen de manera bastante frecuente, contrario a lo aconsejado para la prevención de obesidad y enfermedades crónicas.

No se observan diferencias importantes entre hombres y mujeres en los niveles bajos de actividad física. Sin embargo, las mujeres tienden a concentrarse más en niveles moderados, mientras que los hombres presentan una mayor participación en los niveles más altos de actividad física, especialmente en la frecuencia máxima.

Se recomienda implementar estrategias integrales de promoción de salud en el entorno escolar y familiar, que fomenten el consumo del desayuno diariamente, mejoren la calidad y frecuencia del consumo de alimentos y promuevan la práctica regular de actividad física con el fin de fortalecer hábitos saludables desde la infancia y prevenir riesgos asociados al sedentarismo y la alimentación inadecuada.

BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. Educación alimentaria y nutricional en las escuelas. Un libro blanco sobre el estado acutal, principios, desafíos y recomendaciones para paises de ingresos bajos y medianos. (Roma 2022) https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/48bb043e-a8f7-43f5-affe-331a61d92ace/content
2. G.S. Sagñay Llinin & J.R. Ocaña-Noriega, Análisis de la alimentación contextualizada en niños preescolares y escolares en Latinoamérica: revisión sistemática. (2023) DOI:10.23857/pc.v9i1.6397 https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6397/16032
3. M. Termes Escalé, D. Martínez Chicani, N. Egea Castillo, A. Gutiérrez Sánchez, D. García Arenas, Núria Llata Vidal, J. Martín de Carpi. (2020). Educación nutricional en niños en edad escolar a través del Programa Nutriplato. *Rev.Nutr.Hosp*. Vol.37 spe2. *https://dx.doi.org/10.20960/nh.03357*
4. M. De Souza Martins , S. Posada Bernal, M.X. Figueroa Ángel, J.O. Sánchez Soledad. Estilos de vida en el contexto educativo: diseño de un instrumento hacia la salud. *ResearchGate.* Cienia transdisciplinar en la nueva era (2024) pp.579-589 DOI:10.5281/zenodo.14290802 https://www.researchgate.net/publication/386507721_Estilos_de_Vida_en_el_contexto_educativo_Diseno_de_un_instrumento_hacia_la_salud
5. N. Giménez Legarre, M.L. Miguel-Berges, P. Flores-Barrantes, AM. Santaliestra-Pasías, LA Moreno. Breakfast Characteristics and Its Association with Daily Micronutrients Intake in Children and Adolescents-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2020 Oct 20;12(10):3201. doi: 10.3390/nu12103201. PMID: 33092061; PMCID: PMC7589686.
6. RM Guevara, JD Urchaga, AS Cabaco, JE Moral-García. *The Quality of Breakfast and Healthy Diet in School-aged* Adolescents and Their Association with BMI, Weight Loss Diets and the Practice of Physical Activity. Nutrients. 2020 Jul 30;12(8):2294. doi: 10.3390/nu12082294. PMID: 32751733; PMCID: PMC7469001.
7. B. Martinez Tapia, S. Rodríguez Ramírez, D.G. Valenzuela Bravo, M.C. Medina Zacarías, E.B. Gaona Pineda, A. Arango Angarita, N. Hernández Carapia, T. Shamah Levy. Cumplimiento de recomendaciones para una alimentación saludable y sostenible, *ENSANUT 2020-2023*. Salud

Publica Mex. 2025 May 30;67(3 (may-jun)):259-268. Spanish. doi: 10.21149/16060. PMID: 41150934.

8. DA Unzueta Vargas, J Fernández Escárzaga, PL Martínez Martínez, (2019). Estudio diagnóstico sobre hábitos relacionados con estilos de vida saludable en alumnos de una escuela primaria. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas.* https://doi.org/10.23913/ricsh.v8i16.183
9. K Kugowska, E. Krzecio Nieczyporuk, J Trafiatek, & W. Kolanowski. (2024). The impact of increased physical activity ar school on the nutritional behavior and BMI or 13 year-olds. Nutients. 16(24), 4329. https://doi.org/10.3390/nu16244329
10. K. Gutkowska, E. Wierzbicka,D. Madej, E. Czarniecka Skubina, & J. Hamulka. Frecuencia del desayuno, factores relacionados con el estilo de vida y su asociación con el peso corporal entre niños polacos de escuelas primarias de 10 a 12 años: resultados de un estudio transversal a nivel nacional. Nutrition Journal (2025). doi: 10.1186/s12937-025-01231-4
11. B. Martínez Tapia, S. Rodríguez Ramírez, D.G. Valenzuela Bravo, M.C. Medina Zacarías, E.B. Gaona Pineda, A. Arango Angarita, N. Hernández Carapia, & T. Shamah Levy. (2025). Cumplimiento de recomendaciones para una alimentación saludable y sostenible, ENSANUT 2020-2023. *Revista Salud Pública de México*. Vol.67 Num.3 DOI: https://doi.org/10.21149/16060
12. P.S. Tandon, A. Tovar, A.T. Jayasuriya, E. Welker, D.J. Schober, K. Copeland, D.A. Dev, A.L. Murriel, D. Amso, & D.S. Ward. (2016). La relación entre la actividad física y la diea y el desarrollo cognitivo de los niños pequeños: una revisión sistemática. *Preventive Medicine Reports*. doi: 10.1016/j.pmedr.2016.04.003
13. O. González Calderón & H. Expósito de Mena, Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente. Pediatría Integral XXIV 2020, (2) pp. 98-107. https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2020/xxiv02/04/n2-098-107_OlgaGlez.pdf
14. M.E. Pérez Ruiz, M.C. Small Chapman, & R. Lafita Frómeta Importancia de la alimentación y la actividad física para el desarrollo físico durante la infancia y la adolescencia. Ciencias de la Salud: Aspectos diagnósticos y preventivos de enfermedades (2023), Capítulo 15 pp 132-144. Atenea Editor
15. Organización Mundial de la Salud (OMS), Alimentaicón Saludable https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet
16. F. Khulaif Alruwaili, A. Ahmed Khan, A. Alruwaili, W. Alruwaili, F. Alruwaili. Association between regular breakfast consumption and academic performance among 6thgrade elementary school male students in Makkah, Saudi Arabia. Journal of Contemporary Medical Sciences. Vol.9 No.4 (2023). DOI: https://doi.org/10.22317/jcms.v9i4.1399
17. T. Díaz, P. Ficapal-Cusí, A. Aguilar-Martínez. Hábitos de desayuno en estudiantes de primaria y secundaria: posibilidades para la educación nutricional en la escuela. Nutr Hosp. 2016 Jul 19;33(4):391. Spanish. doi: 10.20960/nh.391. PMID: 27571666.
18. Yao J, Liu Y, Zhou S. Effect of Eating Breakfast on Cognitive Development of Elementary and Middle School Students: An Empirical Study Using Large-Scale Provincial Survey Data. Med Sci Monit. 2019 Nov 22;25:8843-8853. doi: 10.12659/MSM.920459. PMID: 31755480; PMCID: PMC6883765.
19. L. Liu, X. Ren, W. Li, et al. Nutritional literacy and health behaviors in primary school students in China: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 25, 2275 (2025). https://doi.org/10.1186/s12889-025-23420-w
20. F. Darabi, S. Motamed, F. Hosseini, AE. Neyshaboury Nutrition education and students' eating behaviors: an experimental study in Iran. BMC *Public Health.* 2025 Jun 2;25(1):2039. doi: 10.1186/s12889-025-23257-3. PMID: 40457285; PMCID: PMC12128394.
21. SSA, INSP, UNICEF (2025) Guías alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana 2025-2030. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1029510/Guias_Alimentarias_Mexico_2025.pdf
22. A.I. Macías M., L.G. Gordillo S., E.J. Camacho R., (2019). Hábitos de vida saludable como indicador de desarrollo personal y social: discursos y prácticas en escuelas. Calidad en la educación no.50 http://dx.doi.org/10.31619/caledu.n50.728

23. Y.F. Herrán Murillo, & M.T. Varela Arévalo. Hábitos de alimentación infantil y su relación con las prácticas y conocimientos nutricionales parentales. Rev. chil. nutr. Vol.50 no.6 (2023). http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182023000600617
24. L. González Fuentes, L. Escudero Cortés, M. S. Charcas López, L.I. Quintas Granados, I. López Reyes. Estudio de los hábitos alimenticios y conocimientos nutricionales de escolares de la escuela Primaria Josué Mirlo del Estado de México. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades. Vol.6 Num.3 DOI: https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4202
25. A. Khadem, M. Nadery, S. Noori, *et al.* The relationship between food habits and physical activity and the IQ of primary school children. *J Health Popul Nutr* 43, 29 (2024). https://doi.org/10.1186/s41043-024-00522-6

ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA INFOGRAFÍA EDUCATIVA DIGITAL SOBRE PREVENCIÓN DE ALTERACIONES POSTURALES EN LA LACTANCIA MATERNA

Tatiana Alessandra Bobadilla Vega[1], Ximena Argote Colmenero[2], María Montserrat López Ortiz[2], María del Pilar Fernández Carrasco[2]

[1]Universidad de Guanajuato.
ta.bobadillavega@ugto.mx

RESUMEN

La lactancia materna es clave para el desarrollo óptimo del lactante y el fortalecimiento del vínculo madre-hijo; no obstante, mantener una postura inadecuada al ofrecer lactancia durante períodos prolongados puede provocar dolor musculoesquelético en diversas partes del cuerpo principalmente en cuello, hombros, espalda y extremidades superiores, lo que podría influir en el abondo temprano de esta práctica. Es común que la educación dirigida a las personas que ofrecen lactancia suela basarse en los beneficios de esta, dejando de lado el tema de la prevención de alteraciones posturales. Por ello, se propuso diseñar una infografía digital enfocada a la prevención de molestias que se derivan de una postura inadecuada durante la lactancia. Se realizó un estudio con el objetivo de validar una infografía educativa digital orientada a la prevención de alteraciones posturales durante la lactancia materna. Inicialmente se realizó la revisión bibliográfica en bases de datos científicas (PubMed, ScienceDirect, LILCAS, EBSCO y Google Académico). Para la validación se utilizaron dos instrumentos: uno dirigido a jueces expertos y otro al público objetivo, ambos evaluaron categorías específicas. El instrumento para jueces incluyó la evaluación de contenido, claridad del idioma, ilustraciones, presentación y adaptación cultural. Por su parte, el instrumento dirigido al público objetivo evaluó contenido, redacción, apariencia y motivación. Se empleó una escala tipo Likert de cuatro puntos. El análisis se realizó mediante el Índice de Validez de Contenido por ítem (I-CVI) y el Índice Global de Validez de Contenido de la Escala (S-CVI). Se consideraron como criterios de validez valores superiores a 0.78 para el I-CVI y mayores a 0.80 para el S-CVI. Participaron 17 jueces expertos del área de la salud y 17 mujeres con experiencia en lactancia como población objetivo. En la validación por jueces se obtuvo un S-CVI de 0.97, con valores de I-CVI entre 0.94 y 1.00 en los apartados de contenido, idioma, ilustraciones, presentación y adecuación cultural. En la validación por la población objetivo se alcanzó S-CVI de 0.98 con valores de I-CVI entre 0.94 y 1.00 contenido, redacción, apariencia y motivación. Las observaciones cualitativas permitieron realizar ajustes en el lenguaje como en los elementos gráficos ayudando así a mejorar la versión final de la infografía. Como resultado final la infografía educativa digital “Amamantar sin dolor: guía para cuidar tu postura”, se validó como una herramienta accesible comprensible y culturalmente adecuada para la prevención de alteraciones posturales durante la lactancia materna. El alto nivel de aceptación tanto por parte de los jueces como de la población objetivo respalda su utilidad como un recurso educativo para promover el bienestar físico de las personas que ofrecen lactancia, así como para favorecer la continuidad de esta práctica.

INTRODUCCIÓN

La lactancia materna es esencial para el desarrollo del lactante, sin embargo, puede implicar dolor musculoesquelético en cuello, hombros, espalda y extremidades superiores cuando se mantienen posturas inadecuadas, lo que puede influir en su abandono temprano.

Adoptar posturas adecuadas es una estrategia preventiva que mejora la experiencia mediante la educación postural. No obstante, esta información no siempre se prioriza o se difunde mediante recursos de fácil lectura que permitan transmitir información de forma clara, facilitando su comprensión. Por ello, se propuso diseñar una infografía digital centrada en posturas adecuadas durante la lactancia.

TEORÍA

La lactancia materna constituye una práctica esencial para el óptimo desarrollo del lactante, además de que favorece el vínculo afectivo madre-hijo, es por ello, que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda su práctica exclusiva durante los primeros seis meses de vida [1]. A pesar de estos beneficios, la lactancia puede implicar una serie de alteraciones físicas como aparición de dolor musculoesquelético en cuello, hombros, espalda y extremidades superiores cuando se mantienen posturas inadecuadas por tiempo prolongado, estas molestias pueden convertirse en un factor de riesgo para el abandono temprano de la lactancia [2].

En este contexto, adoptar posturas adecuadas durante la lactancia materna adquiere importancia como una estrategia preventiva que busca mejorar la experiencia a través de la educación postural. Sin embargo, la información relacionada con estas medidas no siempre se difunde de manera adecuada ni reconocida como un tema prioritario dentro de los servicios de salud, pues en la mayoría de los casos, la educación dirigida a las personas lactantes se centra en los beneficios de la lactancia materna, dejando de lado aspectos fundamentales como la prevención de molestias musculoesqueléticas.

Ante este panorama, el desarrollo de materiales educativos que permiten transmitir información visual de forma rápida, atractiva y accesible, como las infografías, permite presentar información compleja de manera clara, atractiva y apropiada, mejorando la comprensión y la retención del contenido [3,4].

PARTE EXPERIMENTAL

Se desarrolló un estudio metodológico compuesto por cinco fases: (1) revisión bibliográfica usando diferentes bases de datos, (2) estructuración del contenido, (3) diseño gráfico de la infografía mediante la herramienta Canva, (4) validación por jueces expertos y (5) validación por la población objetivo.

Tanto la validación por jueces expertos y población objetivo se realizó mediante formulario electrónico que fue compartido por mensaje de texto vía WhatsApp, compartiendo también una invitación a participar junto con información sobre la investigación y sobre sus objetivos. Tras la aceptación, se les envió el material educativo en formato PDF y el enlace del cuestionario de validación.

Se utilizaron dos instrumentos para la validación de la infografía, uno dirigido a los jueces expertos y otro al público objetivo. El instrumento de validación de los jueces constaba de 2 secciones. La primera, referente a las características de los jueces participantes y la segunda a la evaluación de la infografía educativa, subdividida en categorías: contenido, idioma, ilustraciones, presentación, adaptación cultural para población mexicana y un apartado final de un espacio para sugerencias de mejora [5].

Por su parte el instrumento dirigido al público objetivo también se dividió en dos secciones. La primera sección contenía las características del público y la segunda los elementos de evaluación de la infografía educativa, subdividida en categorías: contenido, redacción, apariencia, motivación y un apartado final donde se creó un espacio para comentarios de mejoras.

Ambos instrumentos de validación contaban con una escala de tipo Likert con cuatro opciones: “Estoy muy en desacuerdo”, “Estoy un poco en desacuerdo”, “Estoy un poco de acuerdo” y “Estoy muy de acuerdo”, permitiendo que los participantes valoraran cada ítem.

Finalmente, para el análisis de los datos para la validación de la infografía se utilizó el Índice de Validez de Contenido (IVC), cuyo propósito es determinar la relevancia y comprensión de los ítems que conforma el instrumento de evaluación [6].

En el análisis de este proyecto se implementó el cálculo del Índice de Validez de Contenido de los ítems (I-CVI) y el Índice Global de Validez de contenido de la escala, implementando la metodología establecida por Lynn (1986) y Polit y Tatano (2006) [7, 8]. A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas para el cálculo:

Índice de Validez de Contenido de los ítems (I-CVI): el cual hace referencia a la proporción de expertos que califican un ítem, utilizando en este caso las respuestas “Estoy un poco de acuerdo” y “Estoy muy de acuerdo” en la escala utilizada. Un ítem se considera válido cuando este índice es superior a 0.78 conforme a los criterios reportados en la literatura [7, 8].

Índice Global de Validez de contenido de la escala (S-CVI): el cual se obtiene al promediar los índices de Validez de Contenido individual de cada ítem que integra el instrumento de evaluación. Para que este valor se considere válido su índice debe ser superior a 0.80 conforme a los criterios reportados en la literatura [7, 8].

RESULTADOS

Como resultado del estudio se logró la elaboración y validación de una infografía educativa titulada “Amamantar sin dolor: guía para cuidar tu postura”. A continuación, se describen los resultados obtenidos en cada fase durante el desarrollo de este trabajo.

Fase 1: Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión de la literatura para el desarrollo del contenido de la infografía. Se consultaron las bases de datos: PubMed, ScienceDirect, LILACS, EBSCO y Google Académico.

La estrategia de búsqueda se basó en el uso de términos MeSH y DeCS, así como descriptores en inglés, español y portugués. Entre los términos utilizados se incluyeron: Breastfeeding, Lactancia, Lactating mothers, Posture, Postura, Alteraciones posturales, Biomechanical phenomena, Fenómenos biomecánicos, Musculoskeletal diseases, Musculoskeletal pain, Back pain, Low back pain, Neck pain.

Se emplearon operadores boleanos como AND y OR, y se agruparon algunos términos con el uso de paréntesis, de los resultados obtenidos se seleccionaron artículos que abordaran el impacto biomecánico de las posturas de lactancia, reportes clínicos de dolor y estudios de intervención educativa.

Los artículos seleccionados fueron revisados para seleccionar los hallazgos más relevantes y que sirvieran como base para la fase de estructuración del contenido educativo de la infografía.

Fase 2: Estructura del contenido

Se elaboró un guion a partir de la información recopilada, priorizando la comprensión del público con un lenguaje claro. Se seleccionaron los temas a incluir en la infografía: zonas del cuerpo afectadas por malas posturas durante la lactancia, posiciones ergonómicas sugeridas (sentada con apoyo, recostada de lado, balón de fútbol americano) y recomendaciones prácticas para reducir molestias.

Fase 3: Diseño gráfico de la infografía

En esta fase, se llevó a cabo el diseño de una infografía educativa titulada “Amamantar sin dolor: guía para cuidar tu postura”, la cual fue elaborada considerando aspectos como diseño visual y organización clara en la información, con el objetivo de que el recuso elaborado fuera accesible, comprensible y visualmente atractivo para el público objetivo. Se cuidaron aspectos como la organización visual, el contraste de los colores, la selección de íconos, el lenguaje utilizado y el uso

de recursos gráficos que facilitaran la comprensión y sensibilización del mensaje principal el cual es la importancia de mantener una postura adecuada durante la lactancia.

La elaboración de las ilustraciones se realizó mediante herramientas de inteligencia artificial utilizando Google Gemini, de las cuales se derivaron un total de cinco imágenes. Las dos primeras se generaron a partir de descripciones textuales formuladas, mientras que las restantes fueron creadas con base en imágenes referenciales, en ellas se buscó representar de forma visual la importancia del cuidado físico de la madre durante el acto de lactar. El diseño final de la infografía se realizó en la plataforma Canva, donde se organizó el texto, ilustraciones, iconos y elementos decorativos, siguiendo una paleta de colores armónica que evitará un estigma en la lactancia, evitando tonos rosas que comúnmente son usados en este ámbito, en cuanto al estilo de escritura, se utilizó la fuente The Seasons para los títulos, fuente Opens Sans para los subtítulos y Montserrat para el texto.

Fase 4: Validación por jueces

El grupo de jueces estuvo compuesto por 17 profesionales de la salud que aceptaron participar en el estudio, seleccionados con base a su experiencia en docencia, atención clínica o promoción de la salud materna. Del total, el 58.8% (n=10) fueron mujeres y 41.2% (n=7) hombres.

En cuanto a su formación profesional, la mayoría contaba con estudios de nivel licenciatura. Seis participantes tenían formación en Terapia Física y Rehabilitación, tres en Nutrición y dos en Medicina. Además, uno de los jueces refirió haber cursado una especialidad en Medicina familiar, mientras que otra persona reporto haber concluido estudios de posgrado. Asimismo, una persona se encuentra en formación como estudiante de fisioterapia y una más que únicamente el nombre de su institución educativa (UNAM) sin especificar su grado académico.

Respecto a la experiencia en el ámbito de la lactancia, 11 participantes (64.7%) afirmaron tener contar con experiencia relacionado con el tema, mientras que seis (35.3%) indicaron no contar con ella. Entre quienes reportaron tener experiencia, esta variaba entre 3 meses hasta 11 años.

En la **Tabla 1** se presenta cada ítem del instrumento de validación por jueces, el número de jueces que juzgaron el ítem con los subtítulos “Estoy muy en desacuerdo y poco en desacuerdo” y “Estoy poco de acuerdo y estoy muy de acuerdo” y también el índice de validez de contenido de los ítems o item level content validity index (I-CVI) y el índice global de validez de contenido de la escala o scale level content validity index (S-CVI).

Tabla 1- Evaluación de jueces expertos sobre el contenido, lenguaje, ilustraciones, presentación y adaptación cultural de la infografía. León, GTO.

	Estoy muy en desacuerdo / Estoy un poco en desacuerdo	Estoy un poco de acuerdo/ Estoy muy de acuerdo	I-CVI*
1. Contenido			
1.1 El material es fácil de entender	-	17	1.00
1.2 Se aborda la información que promueve la lactancia materna	-	17	1.00
1.3 El material tiene precisión científica	-	17	1.00
2. Idioma			
2.1 La lectura es apropiada para la comprensión del lector.	-	17	1.00
2.2 La información se presenta claramente	-	17	1.00
2.3 El vocabulario empleado utiliza palabras comunes, comprensibles para el público general	1	16	0.94
2.4 El aprendizaje se facilita a través de textos breves o temáticos	1	16	0.94
3. Ilustraciones			
3.1 La vista general de la infografía capta la atención del lector y mantiene coherencia con el tema abordado	1	16	0.94
3.2 El aprendizaje se facilita mediante ilustraciones autoexplicativas.	-	17	1.00
3.3 Las ilustraciones son relevantes para la comprensión del contenido.	-	17	1.00
3.4 Las ilustraciones son adecuadas para el público objetivo.	-	17	1.00
3.5 Las imágenes tienen el tamaño y la cantidad adecuados	1	16	0.94
4. Presentación			
4.1 El material tiene una organización adecuada	-	17	1.00
4.2 El tamaño y tipo de fuente facilitan la lectura	1	16	0.94
5. Adaptación cultural para población mexicana			
5.1 El material es culturalmente adecuado al idioma y la experiencia del público	1	16	0.94
5.2 El material presenta ilustraciones y ejemplos culturalmente apropiados	1	16	0.94
S-CVI			**0.97**

* S- CVI : Suma de todos los índices de validez de contenido dividida por el número total de elementos en el instrumento de validación.

Se determinó el S-IVC con el objetivo de demostrar que la infografía digital desarrollada obtuvo una evaluación satisfactoria en la totalidad de los ítems del instrumento. El resultado fue un valor de 0,97 (97%), lo que indica alta concordancia entre los evaluadores. Con base en lo reportado en la literatura se considera un resultado aceptable cuando es >0,78. De la misma forma, cada uno de los I-IVC evaluado alcanzo un valor de 1,0 (100%) y de 0,94 (94%). De acuerdo con los criterios establecidos en la literatura, se considera una validez aceptable cuando es >0,80 evidenciando una validación convincente y coherente entre los aspectos evaluados. Además, se calculó que el I-CVI medio de cada apartado siendo estos: contenido 1 (100%), idioma 0,97 (97%), ilustraciones 0,97 (97), presentación 0,97 (97%) y adecuación cultural 0,94 (94%).

Los ítems evaluados obtuvieron un I-CVI superior al 80% y los comentarios de los jueces expertos fueron analizados e incorporados en la adecuación de la infografía. Por lo tanto, se realizaron diversas modificaciones tanto en el contenido como en el diseño visual de la infografía, con base en las observaciones de los jueces expertos, con el objetivo de facilitar la comprensión y mejora de la información dirigida al pública.

En cuanto al contenido de la infografía, se integraron términos más específicos y adecuados. Por ejemplo, la frase “una mala posición puede ocasionar...” fue sustituida por “una postura incorrecta podría ocasionar...”.

De igual manera. Se modifico el título original de la infografía, sustituyendo “Lactancia con amor y sin dolor” por “Amamantar sin dolor: Guía para cuidar tu postura”, esto debido a las recomendaciones identificadas en el apartado de sugerencias, ya que se mencionó que al poner la palabra “amor” se interpreta como romantizar la lactancia, además, que la infografía no va en caminada tanto a este tema, si no al cuidado postural.

La pregunta “¿Sabías que la posición que usas al ofrecer lactancia activa muchos músculos de tu cuerpo?” fue reformulada para evitar una interpretación ambigua, quedando como ¿Sabías que, al ofrecer lactancia, la postura que adoptas implica el uso de varios músculos de tu cuerpo? En la ilustración correspondiente se especificó de manera clara el apartado de músculos flexores y extensores, haciendo referencia a los músculos de la muñeca.

Así mismo se sustituyeron términos como ¨dolor¨ por ¨molestia¨, a fin de utilizar un lenguaje más empático. También se reformularon las recomendaciones posturales, al ofrecer lactancia, ahora presentadas en forma de viñetas, incluyendo las siguientes sugerencias: Apoyar completamente la espalda en el respaldo, en caso de sentir molestias alternar entre diferentes posiciones, como la posición de cuna, posición de fútbol americano y recostada de lado.

En cuanto al aspecto visual, se añadió una línea clara que señala correctamente la ubicación de los músculos flexores y extensores en la ilustración anatómica mejorando así la comprensión visual de la información.

Fase 5: Validación por población objetivo

El grupo de población objetivo estuvo compuesto por 17 participantes mujeres que han ofrecido lactancia, con edades comprendidas entre los 22 y 43 años. En cuanto a su ocupación, 8 (47%) de ellas se identificaron como amas de casa, una de las cuales también realiza actividades de home office. Otra participante se desempeña como asesora de lactancia y doula de parto, 6 (35.29%) mujeres cuentan con una profesión: cuatro son nutriólogas, una es odontóloga y otra médico general. Finalmente, 3 (17.6%) personas indicaron tener otros empleos: una cuenta con negocio propio, una indica ser jefa de servicio y la otra trabaja como empleada. En cuanto a la escolaridad 10 (58.8%) tenían educación superior completa, 1 (5.8%) con educación superior trunca, 5 (29.4%) educación media superior completa y 1 (5.8%) la escuela secundaria completa.

La edad de los hijos a quienes se les ofrecía lactancia oscila entre 1 mes y 4 años. Además 16 participantes (94.1%) afirmaron haber recibido información sobre las posturas adecuadas para amamantar, mientras que 1 participante (5.9%) mencionó no haber recibido información al respecto.

En la **Tabla 2** se presenta cada ítem del instrumento de validación por el público objetivo, el número de participantes que juzgaron el ítem con los subtítulos “Estoy muy en desacuerdo y poco en desacuerdo” y “Estoy poco de acuerdo y estoy muy de acuerdo” y también el índice de validez de contenido de los ítems o item level content validity index (I-CVI) y el índice global de validez de contenido de la escala o scale level content validity index (S-CVI).

Tabla 2- Evaluación de la infografía por parte del público objetivo en cuanto a contenido, redacción, apariencia y motivación León, GTO.

	Estoy muy en desacuerdo / Estoy un poco en desacuerdo	Estoy un poco de acuerdo/ Estoy muy de acuerdo	I-CVI*
1. Contenido			
1.1 El material es fácil de entender	1	16	0.94
1.2 La información se presenta con claridad	1	16	0.94
2. Redacción			
2.1 Las letras tienen un tamaño adecuado	- 17	1	
2.2 Las letras tienen una forma apropiada	-	17	1
2.3 El texto es fácil de entender	-	17	1
3 Apariencia			
3.1 La presentación visual de la infografía capta la atención y resulta atractiva	-	17	1
3.2 Las imágenes son fáciles de entender	-	17	1
3.3 Las imágenes se explican por sí solas	-	17	1
3.4 La infografía parece organizada	-	17	1
4 motivación			
4.1 Siento motivación para ver la infografía hasta el final	-	17	1
4.2 Motivación para pensar en la lactancia.	-	17	1
S-CVI		**0.98**	

* S-CVI : Suma de todos los índices de validez de contenido dividida por el número total de elementos en el instrumento de validación.

El S-IVC general alcanzó un puntaje de 0,98 (98.0%), para representar mejor los resultados de evaluación se calculó el valor medio del IVC de los cuatro apartados siendo: contenido con un resultado de 0,94 (94%), redacción 1,0 (100%) apariencia 1,0 (100%) y motivación 1,0 (100%). Se observo que el S-CVI medio de los cuatros apartados fue de 1,0 (100%).

Solo tres participantes realizaron una retroalimentación en cuanto el contenido cualitativo de la infografía. Una de ellas sugirió modificar el diseño visual mediante una paleta de colores como tonos rosas comúnmente asociados con la temática de la lactancia materna, así como aumentar el grosor de las letras del encabezado. Otra participante propuso incluir información sobre el vínculo psicológico que se establece durante la lactancia materna y sus beneficios emocionales; sin embargo, este aspecto no fue incorporado, ya que no correspondía al objetivo principal del material. Finalmente, una tercera persona recomendó ampliar la explicación de la recomendación “en caso de sentir dolor, revisa tu postura” con el fin de brindar mayor claridad, dicha observación coincidió con algunas opiniones de los jueces expertos. Por lo tanto, en la **Figura 1** se presenta una comparación entre la versión inicial de la infografía, previa a la validación por parte de los jueces, y la versión final, posterior realizadas con base en sus observaciones.

Figura 1. Comparación de la infografía antes de la validación y después de la validación por los jueces.



a) Infografía previa a la validación.



b) Infografía validada

Fase 6: Adecuación del folleto educativo

Con el fin de adaptar el material educativo a las observaciones de los jueces y del público objetivo, la infografía fue evaluada por los jueces, quienes registraron sus comentarios y sugerencias

orientadas a mejorar la calidad del material educativo para el público objetivo. Dichas observaciones fueron incorporadas fortaleciendo la versión final de la infografía y validando su objetivo como material educativo.

Cabe señalar que las modificaciones de la infografía solo se llevaron a cabo tras el proceso de validación por parte de los jueces.

Una vez finalizada la adecuación de la infografía, la infografía ha sido difundida en su versión final a través de un enlace para dispositivos móviles con el propósito de facilitar su distribución y difusión como material educativo sobre la prevención de alteraciones posturales durante la lactancia materna.

DISCUSIÓN

El presente estudio logró desarrollar y validar una infografía educativa digital titulada “Amamantar sin dolor: Guía para cuidar tu postura”, orientada a la prevención de alteraciones posturales durante la lactancia materna. Los resultados obtenidos en el proceso de validación por los jueces y la población objetivo resaltaron la alta aceptabilidad del material educativo diseñado.

Los valores alcanzados en el Índice de Validez de Contenido (I-CVI) y el Índice Global de Validez de Contenido de la escala (S-CVI), de 0,97 por parte de los jueces expertos y 0,98 por parte del público objetivo, respaldan la calidad del diseño, contenido y comunicativa de la infografía. Este puntaje alto de concordancia entre los evaluadores, sugieren que el material cumple con los criterios.

Además del análisis cuantitativo, los comentarios reflejaron una valoración positiva del recurso, destacando afirmaciones como: “Excelente trabajo, las imágenes con llamativas al público que va dirigido, el mensaje de las imágenes es breve, claro y con buen contenido” y “Considero muy valiosa este tipo de información pues no es muy común encontrarla en una materia de lectura rápida como una infografía”

Este tipo de comentarios refuerza la importancia de desarrollar materiales educativos accesibles, que combinen evidencia científica con un material funcional y empático, especialmente en temas de menor atención como educación postural en la lactancia.

Asimismo, la incorporación de observaciones permitió realizar ajustes tanto en el lenguaje como en los elementos gráficos, lo cual favoreció en el aspecto de la empatía, el enfoque preventivo y la accesibilidad del material. Es importante destacar, que algunas sugerencias no fueron incluidas por no corresponder al objetivo del estudio (por ejemplo, la inclusión de beneficios de la lactancia)

A pesar de la amplia evidencia sobre los beneficios de la lactancia materna, diversos estudios señalan que las guías clínicas y materiales educativos suelen omitir variables objetivas relacionadas con la postura, evidenciando una limitada integración del componente ergonómico (Biviá-Roig et al., 2023) [10]. Además, la educación dirigida a las madres prioriza los beneficios nutricionales y emocionales, dejando de lado el asesoramiento postural, a pesar de su relación con molestias musculoesqueléticas (Aburub et al., 2022) [11].

En comparación con otros materiales, este estudio incorpora un enfoque preventivo desde la educación postural, destacando la importancia de desarrollar recursos gráficos accesibles que promuevan posturas ergonómicas [9].

La metodología de este estudio incluyó fases de revisión bibliográfica, estructuración del contenido, diseño gráfico, validación por expertos y por el público objetivo, lo que permitió asegurar el desarrollo de la infografía. Asimismo, el uso de herramientas digitales como Canva y la incorporación de ilustraciones generadas mediante inteligencia artificial, permitió crear un diseño visual llamativo y fácil de entender.

CONCLUSIÓN

La infografía educativa digital “Amamantar sin dolor: Guía para cuidar tu postura” se validó como una herramienta eficaz, accesible y culturalmente pertinente para la prevención de alteraciones posturales durante la lactancia materna. Su diseño, basado en evidencia científica del tema, complementando con ilustraciones claras y contenido redactado en un lenguaje sencillo, la convierte en un recurso valioso para el acompañamiento de personas que ofrecen lactancia.

El alto nivel de aceptación por parte de los jueces y población objetivo, junto con los comentarios positivos, refuerza el impacto como material educativo. Además de promover el bienestar físico de las personas lactantes, esta infografía puede contribuir a disminuir factores asociados al abandono temprano de la lactancia, su uso podría incidir positivamente en la permanencia de la práctica de lactancia, al disminuir las molestias que comúnmente afectan su continuidad.

Se recomienda la utilización de este material como un recurso educativo accesible para el público en general, especialmente dirigido a personas que ofrecen lactancia para promover prácticas de autocuidado durante la lactancia.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Breastfeeding [Internet]. Geneva: World Health Organization; [citado 2026 May 29]. Disponible en: WHO Breastfeeding
2. Charette C, Théroux L. Musculoskeletal impairment: causes of pain with breastfeeding: insight into 11 cases. Breastfeed Med. 2019;14(8):603–608. doi:10.1089/bfm.2019.0047
3. García-Galicia A, Montiel-Jarquín AJ, Jiménez-Luna I, León-Medellín M, Vázquez-Cruz E, López-Bernal CA, et al. Capacitación sobre lactancia materna en embarazadas: efecto a seis meses posteriores al nacimiento. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2022;60(4):388-94. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10396047/
4. Navarrete-Muñoz EM, Valera-Gran D, García-Campos J, Lozano-Quijada C, Hernández-Sánchez S. Enhancing evidence-based practice competence and professional skills using infographics as a pedagogical strategy in health science students: insights from the InfoHealth Project. Eur J Investig Health Psychol Educ. 2024;14(4):929-40. Doi:10.3390/ejihpe14040060
5. Mello N da C, Góes FGB, Pereira-Ávila FMV, Moraes JRMM de, Silva LF da, Silva M da A. Construction and validation of an educational booklet for mobile devices on breastfeeding. Texto Contexto Enferm [Internet]. 2020;29. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/1980-265x-tce-2018-0492
6. Gupta S, Grover S, Menon V, Indu PV, Vidhukumar K, Chacko D. Item generation and establishing face and content validity of a rating scale: A primer. Indian J Psychiatry [Internet]. 2025;67(8):816–22. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/indianjpsychiatry_750_25
7. Hurtado-Arenas P, Guevara MR, González-Chordá VM. Comparison of content validity indices for clinical nursing research: A practical case. Enferm Clin. 2025;35(3):502214. Doi:10.1016/j.enfcli.2025.502214.
8. Polit DF, Beck CT. The content validity index: are you sure you know what’s being reported? Critique and recommendations. Res Nurs Health. 2006;29(5):489-97. Doi:10.1002/nur.20147.
9. Velasco Riestra P, Caicedo Fajardo A, Navarro Rodríguez JA, Tejada Pineda MF, Armas Neira MJ. Lactancia materna: rompiendo las barreras. Rev Digit Univ [Internet]. 2021;22(4). Disponible en: http://dx.doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.4.8
10. Biviá-Roig G, Lisón JF, Sánchez-Zuriaga D. Biomechanical analysis of breastfeeding positions and their effects on lumbopelvic curvatures and lumbar muscle responses. Appl Ergon [Internet]. 2023;110(104029):104029. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104029
11. Aburub A, Darabseh MZ, Alsharman A, Hegazy MM, Hunter SM. Nursing mothers’ experiences of musculoskeletal pain attributed to poor posture during breastfeeding: A mixed methods study. Breastfeed Med [Internet]. 2022;17(11):926–31. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1089/bfm.2022.0105

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES HIGIÉNICO SANITARIAS DEL SERVICIO DE ALIMENTACIÓN EN UN HOSPITAL DE ZACATECAS

Orlando Francisco Méndez Falcón, Dellanira Ruíz de Chávez Ramírez, Cristina Almeida Perales.

Maestría en Ciencias de la Salud con Especialidad en Salud Pública. Unidad Académica de Medicina Humana, Universidad Autónoma de Zacatecas.
or_mefo@hotmail.com.

RESUMEN

La manipulación higiénica de los alimentos dentro del servicio de alimentación en hospitales es crucial para el bienestar y recuperación de los pacientes, al interior del comedor se deben proporcionar alimentos con calidad nutricional y en óptimas condiciones higiénicas, ya que gran parte de la población asistida corresponde a personas que suelen presentar condiciones de vulnerabilidad incrementada y con mayor riesgo de contraer enfermedades. La prevención de una enfermedad transmitida por alimentos (ETA) en hospitales está estrechamente relacionada con la higiene de los alimentos y las buenas prácticas de manufactura (BPM), las cuales son procedimientos esenciales que garantizan la inocuidad y la seguridad alimentaria. No obstante, diversos estudios han demostrado que las deficiencias en higiene personal y en los procesos de preparación favorecen la contaminación cruzada y la propagación de bacterias potencialmente dañinas, lo que puede ocasionar cuadros gastrointestinales, infecciones sistémicas y prolongación de la estancia hospitalaria. Se evaluó las condiciones higiénico-sanitarias del servicio de alimentación y la carga microbiana presente en las manos de los manipuladores de un hospital, así como en alimentos, superficies y agua de la red. Se realizó un estudio descriptivo, transversal y cuasiexperimental, en el cual se recolectaron un total de 26 muestras distribuidas en manos de manipuladores (n=13), alimentos preparados (n=5), agua de la red (n=2) y de superficies del servicio de alimentación (n=6). Las muestras fueron transportadas bajo condiciones de refrigeración controlada (2-8 °C) para preservar su integridad microbiológica y analizadas en el Laboratorio Estatal de Salud Pública mediante técnicas de microbiología tradicional, siguiendo los lineamientos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas vigentes. Se realizaron determinaciones de mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp*., con el propósito de identificar indicadores de higiene y patógenos de importancia en salud pública. Los resultados evidenciaron contaminación microbiológica en el 73% del total de las muestras analizadas; la prevalencia de microorganismos identificados de las 19 muestras positivas confirmó para las manos de los manipuladores de alimentos la presencia de mesófilos aerobios en el 100% de las muestras positivas, así como de coliformes totales en el 30.7% lo que sugiere deficiencias en las prácticas de higiene personal. En las superficies inertes se detectaron mesófilos aerobios y coliformes totales en el 33.3% reflejando fallas en los procesos de limpieza y desinfección. Los alimentos preparados presentaron coliformes totales y fecales en el 20% de las muestras, mientras que el agua de la red mostró coliformes totales en el 50%, lo que representa un riesgo adicional de contaminación. En conclusión, con los datos obtenidos el estudio demuestra que el servicio de alimentación del hospital presenta deficientes condiciones higiénico-sanitarias, evidenciadas por la alta prevalencia de microorganismos indicadores en manos, superficies, alimentos y agua, que confirman un bajo nivel de cumplimiento de las buenas prácticas de higiene y manipulación de los alimentos, y que las técnicas de transformación de los alimentos son deficientes, lo que representa un riesgo a la salud en los pacientes y personal que acude al comedor nosocomial.

INTRODUCCIÓN

La salud y la vida de las personas dependen en gran parte de la calidad nutricional de los alimentos que se consumen diariamente. Por ello, en un servicio de alimentación y nutrición hospitalario se debe proporcionar una dieta con calidad nutricional y en óptimas condiciones higiénicas, ya que gran

parte de la población asistida corresponde a personas que suelen presentar condiciones de vulnerabilidad incrementada y con mayor riesgo de contraer enfermedades. En los últimos años se ha observado una creciente incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) a nivel mundial, ocasionando preocupación en el ámbito de la salud pública en cuanto a la eficacia de los sistemas que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos que se consumen[1].

Las enfermedades transmitidas por alimentos representan un problema de salud pública y una causa significativa de mortalidad y morbilidad, se relacionan con las enfermedades gastrointestinales por la ingestión de comida contaminada, la cual puede provocar daños potenciales a la salud[2]. Los microorganismos pueden crecer y multiplicarse en los alimentos cuando se manipulan, procesan o almacenan de manera inadecuada, así como por la falta de higiene en los manipuladores de alimentos al interior del servicio de un nosocomio, teniendo un impacto en los servicios médicos que son responsables de la nutrición adecuada para el bienestar y recuperación de los pacientes. Si las medidas sanitarias son inadecuadas, el riesgo de que haya contaminación en los alimentos aumenta y puede provocar brotes por ETA o enfermedades subyacentes al interior de un hospital.

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) son procedimientos básicos y prácticos de higiene que se deben cumplir en todo establecimiento de alimentos, fundamentales para mantener la inocuidad y seguridad alimentaria con el fin de garantizar el alimento y disminuir los riesgos inherentes a la producción[3]. No obstante, la práctica inadecuada en la manipulación y la falta de conocimiento sobre la higiene en los manipuladores son un vehículo de transferencia de patógenos alimentarios causantes de diversas enfermedades[4]. Es por ello la importancia de vigilar el apego a las normas sanitarias y la capacitación constante al personal que manipula los alimentos como una tarea continua para preservar la inocuidad alimentaria y la prevención de diversas enfermedades[5,6,7,8].

La seguridad e higiene sanitaria son conceptos fundamentales para conocer los factores de riesgo y evaluar los conocimientos que se tienen con relación a las buenas prácticas de manufactura que existen en el personal involucrado, la infraestructura del nosocomio, los equipos, utensilios, desinfección, almacenamiento, higiene del personal, entre otros. Sin embargo, uno de los desafíos más comunes es la falta de adherencia a prácticas de higiene tan básicas como el lavado de manos, ya que al realizarse de manera incorrecta permite la proliferación de bacterias contribuyendo el riesgo de enfermedades que afectan gravemente a los pacientes que se encuentran hospitalizados con condiciones de vulnerabilidad aumentada[9,10,11].

Se busca mediante esta investigación evaluar las condiciones higiénico-sanitarias presentes en los diversos procesos del servicio de alimentación de un hospital público ubicado en el municipio de Zacatecas, Zacatecas, México. De acuerdo con datos del INEGI (2018) se otorga servicio a 460 755 personas y se proporciona atención de urgencias, hospitalización, procedimientos de complejidad media y tratamiento de pacientes en las cuatro especialidades básicas de medicina (cirugía general, medicina interna, pediatría y gineco-obstetricia) y otras especialidades a la población, contando con 70 camas censables y 70 camas no censables. El servicio de nutrición del hospital proporciona los alimentos para los pacientes hospitalizados y para los trabajadores que deseen hacer uso durante el desayuno, comida y cena los siete días de la semana.

PARTE EXPERIMENTAL

Estudio descriptivo, transversal y cuasiexperimental. El tamaño de la muestra correspondió a 21 trabajadores en total, de los cuales se seleccionó al personal del comedor correspondiente al turno matutino y vespertino, mediante un muestreo no probabilístico intencional o de conveniencia a partir del personal presente en ese momento de la visita, así como a la capacidad de reactivos que facilitó el laboratorio donde se realizó el análisis del estudio. Se solicitó la autorización de las autoridades del hospital público para la recolección de las muestras y se garantizó la integridad de cada uno de los trabajadores participantes del estudio de manera voluntaria e informada mediante un consentimiento informado por escrito, respetando en todo momento la confidencialidad de los datos

y resultados obtenidos conservando el anonimato. Se obtuvo el dictamen del Comité de ética folio: CEI-SSZHMZ-012-2024 y el dictamen del Comité de ética folio: CEI/ISSSTE/2024/026.

Se consideraron un total de 26 muestras correspondientes a manos de manipuladores de alimentos (n=13) utilizando el método de enjuague para la recolección de la muestra, alimentos preparados (n=5), agua de la red (n=2) y de superficies del servicio de alimentación (n=6) del comedor con mayor contacto con los alimentos (mesas de trabajo, tablas de picado y equipo de cocina) mediante el método del hisopo para valorar las condiciones higiénico-sanitarias mediante el análisis y pruebas de laboratorio. El estudio se llevó a cabo durante el mes de septiembre de 2024.

Con el propósito de identificar indicadores de higiene y patógenos de importancia en salud pública en el proceso interno del comedor institucional y con base en las normas oficiales mexicanas vigentes, se recolectaron las muestras, se transportaron bajo condiciones de refrigeración (2-8 °C) en hieleras térmicas garantizando la cadena de red fría hasta su entrega al laboratorio. Su análisis se llevó a cabo mediante técnicas de microbiología tradicional basadas en los procedimientos normativos para mesofílicos aerobios UFC/superficie de manos o cm^2, coliformes totales UFC/superficies de mano o cm^2, coliformes fecales NMP/g o ml, *Salmonella spp*. en 25 g, *Staphylococcus aureus* UFC/ml o g y *Escherichia coli* NMP/g, de la NOM-092-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994 y NOM-210-SSA1-2014[12,13,14]. Por otra parte, se realizó un análisis de las muestras palmares del personal y superficies inertes de acuerdo con el lineamiento del InDRE para la vigilancia por laboratorio de la enfermedad diarreica aguda bacteriana y el lineamiento de las infecciones respiratorias agudas bacterianas con la intención de aislar microorganismos patógenos que pongan en riesgo la salud del personal hospitalizado.

Parte de la metodología utilizada fue tomar 1 ml de la suspensión de fosfato (muestra de superficies vivas e inertes) y se adicionó a un tubo que contenía caldo soya tripticaseina, se llevó a incubar por 24 horas. Posteriormente, se homogeneizó el tubo y se tomó 1 ml para adicionar a las cajas de Agar Sangre de Carnero, Agar Manitol Salado y Agar MacConkey (tres agares para cada una de las muestras), se realiza la técnica de estría cruzada, se incubaron las cajas a 36±1°C durante 24 a 48 horas, y se observó el desarrollo colonial, se procedió a realizar pruebas presuntivas como tinción de gram, oxidasa y catalasa. Las muestras que presentaron desarrollo en el Agar MacConkey se sometieron a técnicas de bioquímica tradicional (LIA, TSI, Citrato de Simmons, MIO y Malonato), se incubaron por 24 horas e interpretaron los resultados según lo indicado en el lineamiento del InDRE. El resultado se interpretó como desarrollo colonial positivo o negativo para cada tipo de microorganismo aislado. Finalmente, las cepas aisladas e identificadas se llevaron al equipo VIITEK COMPAC 2 para confirmar el desarrollo bacteriano.

RESULTADOS

Los resultados mostraron una notable diversidad de aislamientos bacterianos como indicadores relacionados con las condiciones de manejo y eficacia de los procesos. La Tabla 1 describe la cantidad, el tipo y el porcentaje de las muestras que resultaron positivas a los análisis de acuerdo con su origen. Del total, en el 73% se identificó algún patógeno y cabe señalar que todas las muestras fueron analizadas para *Salmonella spp., Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, no obstante, éstas no se detectaron en ninguna técnica bacteriológica y se consideraron positivas las muestras cuyos recuentos superaron los límites establecidos en la norma oficial mexicana.

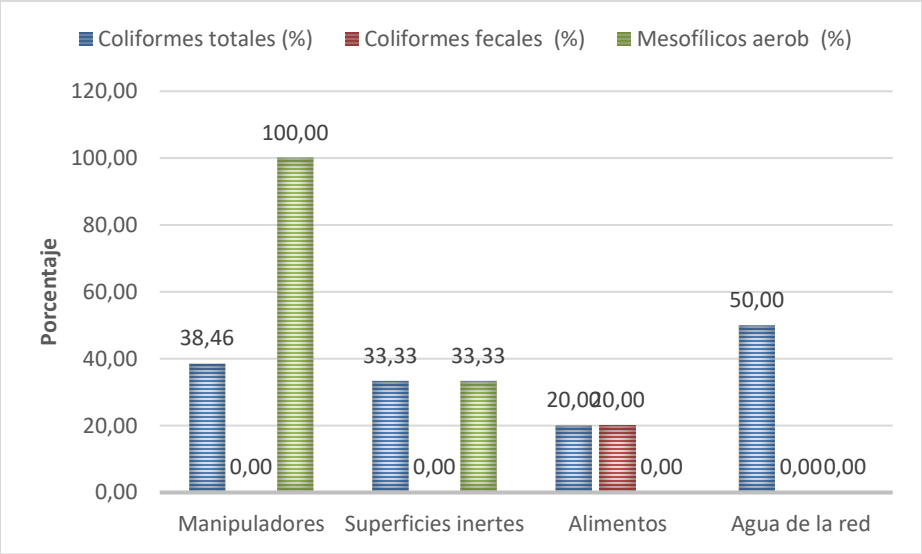
Tabla 1. Muestras positivas de acuerdo con su origen

Origen de la muestra	Muestras estudiadas	Muestras positivas	%
Alimentos	5	2	40.0
Manos manipuladores	13	13	100.0
Superficies inertes	6	3	50.0
Agua de la red	2	1	50.0
Total	26	19	73.0

Fuente: Muestreo en campo. Elaboración propia.

La prevalencia de microorganismos identificados se presenta en la figura 1. De las 19 muestras positivas, se confirmó para mesofílicos aerobios en 100% y 38.4% para coliformes totales en los manipuladores de alimentos, para coliformes totales un 33.3% y 33.3% de mesofílicos aerobios en las superficies inertes, así como 20.0% de coliformes totales y 20.0% de coliformes fecales en los alimentos, y para coliformes totales 50.0% en el agua de la red.

Figura 1. Prevalencia de microorganismos identificados de las 19 muestras positivas.



Fuente: Muestreo en campo. Elaboración propia.

Por otra parte, en la tabla 2 se observa la identificación de microorganismos aislados de la muestra palmar de los manipuladores y las superficies en contacto con el servicio de alimentación, se evidenció la presencia de microorganismos gram positivos que representan un riesgo intermedio para la salud al ser bacterias pertenecientes a la flora normal, mientras que el aislamiento de bacterias gram negativas si representa un elevado riesgo para la salud e indica la falta de higiene en los manipuladores de alimentos como medio de transmisión de agentes nocivos a la salud y que las técnicas empleadas en la transformación de alimentos son deficientes, lo que representa un riesgo para los pacientes al ser una población sensible así como para el personal que acude al comedor.

Tabla 2. Recuento de microorganismos aislados de superficies vivas e inertes.

No.	Muestra	M. aeróbicos (UFC/cm2)	Col. Totales (UFC/cm2)	Microorganismo aislado
1	Manipulador 1 Fem	Mas de 5600	50	*Staphylococcus warneri / Acinetobacter baumanii*
2	Manipulador 2 Fem	Mas de 5600	Negativo	*Staphylococcus warneri*
3	Manipulador 3 Fem	Mas de 5600	200	*Staphylococcus warneri / Enterobacter aerogenes*
4	Manipulador 4 Fem	Mas de 5600	Negativo	*Staphylococcus warneri*
5	Manipulador 5 Fem	Mas de 5600	Negativo	*Staphylococcus warneri*
6	Manipulador 6 Fem	5500	Negativo	*Staphylococcus warneri*
7	Manipulador 7 Masc	Mas de 5600	100	*Staphylococcus warneri / Pseudomonas putida*
8	Manipulador 8 Masc	Mas de 5600	450	*Staphylococcus sciuri / Enterobacter aerogenes*
9	Manipulador 9 Fem	Mas de 5600	Negativo	Sin desarrollo

10	Manipulador 10 Fem	Mas de 5600	35000	*Klebsiella pneumoniae*
11	Manipulador 11 Fem	Mas de 5600	Negativo	*Acinetobacter baumanii*
12	Manipulador 12 Fem	Mas de 5600	Negativo	*Staphylococcus warneri*
13	Manipulador 13 Fem	Mas de 5600	Negativo	*Staphylococcus epidermidis*
14	Sup. inerte 1 (mesa para piso)	Mas de 5600	Negativo	Sin desarrollo
15	Sup. inerte 2 (mesa dieta nutrición)	Negativo	Negativo	Sin desarrollo
16	Sup. inerte 3 (tabla picar verduras)	Mas de 5600	400	Sin desarrollo
17	Sup. inerte 3 (tabla picar carne)	Negativo	Negativo	Sin desarrollo
18	Sup. inerte 5 (aspas licuadora)	Negativo	7500	*Klebsiella pneumoniae*
19	Sup. inerte 6 (mesa principal)	Negativo	Negativo	Sin desarrollo

Fuente: Elaboración propia.
UFC = Unidad Formadora de Colonia.

De acuerdo con el riesgo para la salud que representaron el total de los patógenos encontrados en el estudio bacteriológico de la muestra palmar al personal y las superficies en contacto con el servicio de alimentación, se realizó la tabla 3. De los 7 microorganismos, el grupo de riesgo elevado correspondió a 2 de ellos, así sucesivamente. Por otra parte, de las 26 muestras recolectadas, siete de ellas no presentaron desarrollo bacteriano en 24 y 48 horas de incubación, así como no hubo desarrollo característico para *Salmonella spp*., *S. aureus* y *E. coli*.

Tabla 3. Clasificación microorganismos de acuerdo con el riesgo a la salud.

Riesgo a la salud	%	Microorganismo	Justificación
Elevado	23.52	*Acinetobacter baumanii* y *Klebsiella pneumoniae*	Son patógenos primarios e intrahospitalarios de alta virulencia al provocar infecciones severas.
Intermedio	23.52	*Staphylococcus sciuri, Enterobacter aerogenes* y *Staphylococcus epidermidis*	Patógenos oportunistas clínicos que afectan a pacientes vulnerables en hospitales.
Bajo	52.88	*Staphylococcus warneri* y *Pseudomonas putida*	Microorganismos de baja virulencia intrínseca, son comunes en la piel y en el ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIONES

El presente estudio evaluó las condiciones higiénico-sanitarias del servicio de alimentación en un hospital público, evidenciando riesgos higiénicos significativos en los procesos de elaboración y preparación de los alimentos. Se comprobó la presencia de microorganismos mesófilos aerobios y coliformes totales por encima de los niveles establecidos en las normas oficiales. Asimismo, la presencia de bacterias como *Acinetobacter baumanii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Enterobacter aerogenes* como patógenos oportunistas hospitalarios, implica un riesgo indirecto pero serio de infecciones nosocomiales graves. En este contexto, el personal manipulador desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria, ya que las prácticas inadecuadas y un bajo nivel de conocimientos sobre higiene y BPM pueden facilitar la transmisión de estos microorganismos afectando aún más la salud vulnerable de los pacientes.

Por otra parte, el aislamiento de agentes indicadores de contaminación en los alimentos mostró la presencia de 20% de coliformes totales y 20% de coliformes fecales aislados en la verdura cocida y el agua de horchata respectivamente, lo que indica una posible contaminación fecal y deficiencias en los procesos de higiene y cocción. Estos resultados contrastan con los reportados por Lataste y Toro (2021) quienes encontraron una mayor proporción de contaminación con 38% de mesofílicos aerobios y 46% de enterobacterias en los alimentos, así como el estudio de Tamburo et al. (2021) que observó la presencia de enterobacterias en sus análisis, mientras que Cristina et al. (2024) aislaron 13.3% de coliformes totales, además de enterobacterias y *S. aureus* en un comedor institucional.

En el análisis microbiológico de las superficies inertes, se identificó una asociación significativa entre el tipo de superficies y su nivel de contaminación, evidenciándose un 33.3% de mesofílicos aerobios y 33.3% de coliformes totales, siendo las superficies más contaminadas la tabla de picar verduras y las aspas de la licuadora, donde se aisló *Klebsiella pneumoniae*. Estos resultados coinciden con los hallazgos reportados por Caro y Tobar (2020) quienes detectaron *Enterobacter* spp., *E. coli* y *Klebsiella* spp., en utensilios como la bandeja de amasar, tablas de corte, exprimidor de jugos y licuadora. De igual forma, Kennedy et al. (2021) identificaron *Enterobacter cloacae* y *Klebsiella pneumoniae* en superficies como licuadora, llave del agua y mesada de preparación. Asimismo, los estudios de Tamburo et al. (2021), Lataste y Toro (2021) y Cristina et al. (2024) informaron sobre la presencia de mesofílicos aerobios y coliformes totales en superficies inertes utilizadas dentro del servicio de alimentación. Estos hallazgos reflejan deficiencias en los procedimientos de limpieza y desinfección del equipo de cocina, lo que aumenta el riesgo de contaminación cruzada y compromete la seguridad microbiológica de los alimentos servidos.

El análisis microbiológico de la superficie palmar de los manipuladores de alimentos evidenció una higiene deficiente en la totalidad del personal, al detectarse 100% de mesofílicos aerobios y un 38.4% de coliformes totales. Las bacterias aisladas incluyeron tanto gram positivos como *Staphylococcus warneri* con 61.5% y menor proporción de *S. sciuri* y *S. epidermidis*, así como gram negativos, entre ellos *Acinetobacter baumanii* y *Enterobacter aerogenes* (ambos con 15.3%) y *Klebsiella pneumoniae* con 7.7% respectivamente. Estos resultados son coherentes con estudios previos como el de Tamburo et al. (2021), Morales et al. (2021), Cristina et al. (2024), Hinojosa et al. (2024) y Peñaloza et al. (2024), quienes reportaron el aislamiento de mesofílicos aerobios y coliformes totales en manos del personal manipulador de alimentos. La presencia de estos microorganismos refleja serias deficiencias en la higiene, atribuibles a un inadecuado lavado de manos, contaminación cruzada y prácticas incorrectas durante la manipulación y preparación de los alimentos.

CONCLUSIONES

El servicio de alimentación del hospital evidenció condiciones higiénico-sanitarias deficientes atribuibles a recuentos bacterianos elevados y a la presencia de patógenos en los alimentos, superficies de contacto y en manos de los manipuladores, los cuales revelan una dudosa calidad higiénica derivada de la falta de cumplimiento de las normas oficiales sanitarias, representando un riesgo para la salud de los pacientes hospitalizados con mayor riesgo de contraer enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

1. N. Fernández, S. Cabral de Bejarano, G. Estigarribia, A. Ortiz, P. Ríos. “Condiciones higiénico-sanitarias basadas en las cinco claves de la OMS de los servicios de alimentación de hospitales del departamento de Caaguazú, Paraguay” *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*. Vol. 16,2, 2018, pp. 23-31.
2. S. Fernández, J. Marcía, J. Bu, Y. Baca, V. Chavez, H. Montoya, I. Varela, J. Ruiz, S. Lagos, F. Ore. “Enfermedades transmitidas por alimentos; Una alerta para el consumidor”, *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar de México*. Vol. 5, 2, 2021.

3. L. B. Carrillo B., J. E. Galeas A. “Propuesta de aplicación de buenas prácticas de manufactura en los procesos de higiene y manipulación de alimentos en el comedor universitario de la universidad estatal de Bolívar” Universidad Estatal de Bolívar (Tesis de licenciatura). 2023.
4. A. G. Mora Nuñez, J. F. Orozco Herrera, O. E. Pampin Copa, K. M. Peñafiel Jaramillo. “Hygienic handling of food and foodborne diseases” Boletín de Malariología y Salud Ambiental. Vol. LXII. 2022. pp. 804-811.
5. M. E. Uzin, V. Hulgich. “Evaluación del conocimiento que posee el personal de cocina sobre buenas prácticas de manufacturas y su implementación, en el servicio de alimentación de la cocina centralizada Baigorria, de la ciudad de Granadero Baigorria, Santa Fe, en el mes de julio de 2018”. (Tesina). 2018.
6. G. Estigarribia, G. Aguilar, P. Ríos, A. Ortíz, P. Martínez, C. M. Ríos. “Conocimientos, actitudes y prácticas sobre buenas prácticas de manufactura de manipuladores de alimentos en Caaguazú, Paraguay”. Rev. salud pública Parag. Vol 9, 2, 2019.
7. J. P. Pinto Delgado. “Conocimientos, actitudes y prácticas sobre higiene y manipulación de los alimentos de los trabajadores de los comedores de universidades de la ciudad de Quito, Ecuador” Rev. Cubana Aliment Nutr. Vol. 31, 2. 2021.
8. A. Valdez. C. Almeida. D. Ruiz de Chávez. “Una mirada microbiológica al servicio de alimentación de la escuela normal rural” (Tesis de especialista en salud pública). Maestría en ciencias de la salud con especialidad en salud pública. UAZ. 2021.
9. H. D. Carvalho. K. K. Almeida, V. B. Molina. “Revisão bibliográfica: percepção dos manipuladores de alimentos sobre boas práticas em unidade de alimentação e nutrição”. Revista multidisciplinar da Saúde. Vol. 3, 2. 2021. pp. 50-62.
10. P. A. Caro, J. A. Tobar. “Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos”. Entramado. Vol. 16, 1. 2020.
11. L. E. DaSilva, F. W. D. DosSantos, S. M. G. Viana. “Análise microbiológica das mãos de manipuladores de alimentos”. Jornal de Epidemiologia e Controle de Infecção. Vol. 10, 1. 2020. pp 15-20.
12. SSA. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. 1995.
13. SSA. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. 1995.
14. SSA. Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014. AP. A, B y H, Método de prueba microbiológico. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. 2015.
15. A. G. Tamburo. A. Tabera. J. González. “Diagnóstico higiénico sanitario y microbiológico en comedores escolares de la región de Tandil, Argentina”. (Tesis de licenciatura). Facultad de ciencias veterinarias. UNCPBA. 2021.
16. P. A. Caro. J.A. Tobar. “Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos”. Entramado. Vol.16, 1. 2020.
17. Hinojosa, B. L. F., Gama,V. D. M., Peñaloza, J. J. U., Contreras, C. J. (2024). Estudio de microbiología sanitaria en personal manipulador de alimentos en un hospital de tercer nivel. Rev Med Patol Clin Med Lab. vol 71 (2,3).
18. Peñaloza, J. J. U., Contreras, C. J., Farias, B. V., Castillo, A. F. M., Hinojosa, B. L. F., Serrano, M. I. C. (2024). Caracterización y distribución de carga bacteriana en manos de personal sanitario en hospital de cardiología. Rev Med Patol Clin Med Lab. vol 71 (2,3).

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN MEDICINA VETERINARIA: UN DESAFÍO CRÍTICO DESDE EL ENFOQUE DE "UNA SALUD"

Karen Lara Zarate [1]. Orlando Federico Chávez Moreno [2]. Luis Enrique Díaz Zepeda [2]. Sandra Patricia Rodríguez [3]. Olivia Lizeth Sánchez Cervantes [4].

[2,1] Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. [2] Hospital Veterinario de Especialidades en Pequeñas Especies, Universidad Autónoma de Querétaro. [3] Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Querétaro. [4] Centro de Diagnóstico Veterinario Bajío.
larakz2003@gmail.com

RESUMEN

La resistencia antimicrobiana ha sido una de las problemáticas mundiales con un incremento acelerado de casos en un corto periodo de tiempo. Pese a tener mayor impacto social dentro del ámbito de la medicina humana, la medicina veterinaria no es ajena a este problema. Durante años la RA ha aumentado rápidamente debido a, entre algunas causas, el uso excesivo e inadecuado de antibióticos ya que estos se suelen prescribir de manera empírica y no tras realizar estudios de sensibilidad para llevar a cabo una práctica médica basada en evidencias o al realizar la automedicación tanto para personas como a los animales de compañía, afectando de esta manera el factor "Una Salud" [1], debido a la interacción que existe entre sus elementos, es decir, el aumento de resistencia antimicrobiana en animales, también afecta a humanos y al ambiente. Se analizó el caso de un canino que acudió a consulta al Hospital Veterinario de Especialidades en Pequeñas Especies de la Universidad Autónoma de Querétaro, al examen físico general (EFG) presentó fiebre y se observó un aumento de tamaño así como cambios en la superficie escrotal-testicular, el paciente fue ingresado a cirugía para el retiro de ambos testículos mediante la técnica de orquiectomía con ablación escrotal, el testículo izquierdo presentó mayores cambios macroscópicos y se remitió a laboratorio de patología donde se le realizó un cultivo microbiano, evaluación microscópica, identificación bioquímica, prueba de susceptibilidad en medio Mueller-Hinton por el método de Kirby Bauer, dando como resultado la presencia de bacterias *Staphylococcus* spp. que presentaron resistencia a cefalosporinas de primera y tercera generación, macrólidos de primera generación, penicilinas de primera y segunda generación, fluoroquinolonas de segunda generación y tetraciclinas de segunda generación; haciendo complicado el manejo farmacológico del paciente [2]. Es indispensable que el sector salud se involucre en la concientización del uso de antibióticos para mejorar el control de estos mismos y evitar que la resistencia antimicrobiana continúe en aumento, ya que esta puede ser la causa principal de mortalidad en los próximos años. De la misma forma, nosotros como responsables del área de la salud veterinaria jugamos un papel de suma importancia dentro del factor "Una Salud" por un lado debemos trabajar con ética y ejercer la medicina basada en evidencias buscando el bienestar y la salud de nuestros pacientes y al mismo tiempo tenemos la labor de educar a la población respecto a la tenencia responsable de animales de compañía fomentando principalmente la prevención como primera línea en pro de la salud.

INTRODUCCIÓN

La resistencia antimicrobiana se ha vuelto un problema mayor a nivel mundial, esto debido al uso inadecuado de los antibióticos, ya sea por la automedicación o por no llevar un control en la venta de estos mismos con receta; gracias a esto las bacterias se vuelven menos susceptibles por lo que los antibióticos ya no tienen efecto contra ellas y cada vez se vuelve más complicado tratar infecciones.

De manera histórica, Hipócrates proponía una perspectiva de salud integral por condiciones anormales en el clima, medio ambiente y la aparición de enfermedades; a lo largo de la historia ha

habido diferentes autores con pensamientos similares al respecto y que fueron modificando este enfoque hasta la aparición de “Una medicina” en el área de veterinaria alrededor de la década de 1970. El enfoque “One Health / Una Salud” tomó formalidad por trabajo conjunto de la OIE, OMS y FAO a finales de la década de los 2000 teniendo como objetivo mejorar las condiciones de salud pública mediante la promoción de prácticas, legislación e investigación multidisciplinarios integrando ambiente, animales y humanos[1]. Desde dicho enfoque, el problema no solo afecta a animales o a humanos, sino también al ambiente, mediante residuos del metabolismo de estos fármacos, así como el manejo de los productos en su uso y desecho.

El presente trabajo se enfocó en el género *Staphylococcus*, estas bacterias se encuentran de manera natural en la piel y en mucosas de humanos y animales, además, algunas especies se pueden encontrar en la microbiota de estos organismos; cabe mencionar que también está presente frecuentemente en el ambiente [3]; generalmente no es patógena, sin embargo, bajo ciertas condiciones puede provocar infecciones. Varias especies de este género de bacterias se transmiten directa (acariciando, por secreciones o manipulando heridas) o indirectamente (por objetos contaminados) entre humanos y animales, complicando así su manejo con antibióticos si es que ya existe resistencia, lo cual incrementa la severidad de la enfermedad y la tasa la de mortalidad.

TEORÍA

La “resistencia antimicrobiana” (RAM) se define como la capacidad que tienen los microorganismos para resistir los efectos de los antibióticos [4], esto debido a que las bacterias poseen la peculiar capacidad de adaptarse, otorgada por los plásmidos, los cuales son una molécula de ADN que se replica de manera independiente y se transmiten de una célula a otra logrando resistencia entre una bacteria y otra [5]. Este es un gran problema de salud para la población mundial, ya que con el tiempo los tratamientos con antibióticos no serán de utilidad contra las infecciones, causando así, un aumento en la tasa de mortalidad [4].

El término “Una Salud”, involucra a animales, humanos y ambiente, los cuales se relacionan entre sí cuando se habla de RAM, debido al uso irresponsable y descontrolado de antibióticos, ya sea en el sector de la ganadería, agricultura o en medicina del área humana o veterinaria. El mal control en el desecho de estos medicamentos es lo que mayormente ha generado resistencia [6].

Para diagnosticar correctamente la resistencia antimicrobiana de un individuo, es necesario realizar un antibiograma (prueba de susceptibilidad), así se conocerá realmente el antibiótico que logrará el efecto deseado.

PARTE EXPERIMENTAL

En este apartado se describe el caso clínico de un canino de raza Husky, macho, 9 años de edad, no castrado (Figura 1), acudió a consulta en el Hospital Veterinario de Especialidades de Pequeñas Especies de la Universidad Autónoma de Querétaro, debido a la disminución de ingesta alimentaria, al examen físico general hubo presencia de fiebre y se observó aumento de tamaño, así como cambios en la superficie escrotal-testicular con presencia de dolor; el paciente fue ingresado a cirugía para el retiro de ambos testículos mediante la técnica de orquiectomía con ablación escrotal, el testículo izquierdo presentó mayores cambios macroscópicos. El testículo se remitió al laboratorio de patología donde se llevó a cabo un estudio histopatológico y un bacteriológico (cultivo microbiano, evaluación microscópica e identificación bioquímica) y una prueba de susceptibilidad en medio Mueller-Hinton por el método de Kirby Bauer (Figura 2).



Figura 1. Paciente canino Husky

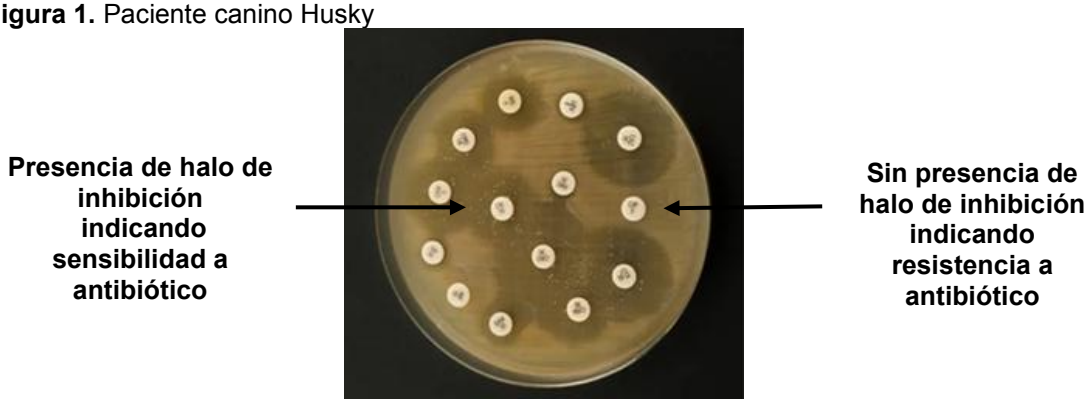


Figura 2. Imagen referencia. Prueba de susceptibilidad en medio Mueller-Hinton [7].

RESULTADOS

El laboratorio, al realizar el estudio bacteriológico del testículo determinó mediante una tinción Gram positiva, la presencia de *Staphylococcus* spp (Figura 3). Una vez habiendo confirmado la presencia de esta bacteria, realizó una prueba de susceptibilidad en medio Mueller-Hinton por el método de Kirby Bauer, los resultados arrojaron una resistencia a cefalosporinas de primera y tercera generación, macrólidos de primera generación, penicilinas de primera y segunda generación, fluoroquinolonas de segunda generación y tetraciclinas de segunda generación (Tabla 1).

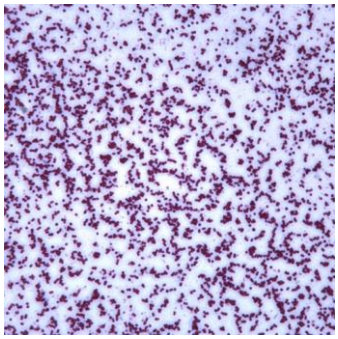


Figura 3. Imagen referencia. Tinción Gram positiva, indicando presencia de *Staphylococcus* spp [8].

CULTIVO BACTERIOLÓGICO CON ANTIBIOGRAMA

A) *Staphylococcus* spp

ANTIBIÓTICO	A	B	C	ANTIBIÓTICO	A	B	C
Amoxicilina + ácido clavulánico	R			Ciprofloxacina	R		
Ampicilina / sulbactam	R			Doxiciclina	R		
Cefalexina	R			Enrofloxacina	R		
Cefalotina	R			Eritromicina	R		
Cefotaxima	R			Oxacilina	R		
Cefovecin	R			Penicilina G	R		
Ceftriaxona	R			Trimetoprima / sulfametoxazol	R		

S= Sensible I= Intermedio R= Resistente

Tabla 1. Reporte de laboratorio que muestra la resistencia de las bacterias del tejido a ciertos antibióticos.

CONCLUSIONES

Es indispensable que el sector salud se involucre en la concientización del uso de antibióticos para mejorar el control de estos mismos y evitar que la resistencia antimicrobiana continúe en aumento, ya que esta puede ser la causa principal de mortalidad en los próximos años. De la misma forma, nosotros como responsables del área de la salud veterinaria jugamos un papel de suma importancia dentro del factor “Una Salud” por un lado debemos trabajar con ética y ejercer la medicina basada en evidencias buscando el bienestar y la salud de nuestros pacientes y al mismo tiempo tenemos la labor de educar a la población respecto a la tenencia responsable de animales de compañía fomentando principalmente la prevención como primer línea en pro de la salud.

BIBLIOGRAFÍA

1. P. Zunino, “Historia y perspectivas del enfoque “Una Salud””, en SMVU, Vol. 54, No. 210 - 8, 2018, pp. 46 - 51.
2. B. J. Werth, “Introducción a los antibióticos”, en Manual MSD versión para público en general, Accedido: 11 feb. 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.msdmanuals.com/es/hogar/infecciones/antibi%C3%B3ticos/introducci%C3%B3n-a-los-antibi%C3%B3ticos , 2025.
3. Clínica Universidad de Navarra, “Staphylococcus”, en Diccionario médico, Accedido: 12 may. 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/staphylococcus
4. S. Giono Cerezo. J.I. Santos Preciado. M.R. Morfín-Otero. F.J. Torres-López. M.D. Alcántar-Curiel. Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla, Gaceta médica México, vol 156, No. 2.2021.
5. National Human Genome Research Institute. [En línea]. Disponible en: https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Plasmido
6. M.A. Velázquez-Meza. M. Galarde-López. B. Carrillo-Quiróz. C. M. Alpuche-Aranda. Antimicrobial resistance: One Health approach. Veterinary World. Vol 15 No. 3.
7. Shutterstock. “Petri dish antibiogram on black background”. Accedido: 5 may. 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.shutterstock.com/es/image-photo/petri-dish-antibiogram-on-black-background-246520588
8. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). “Staphylococcus”. En: Banco de germoplasma de microorganismos. Accedido: 5 may. 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.agrosavia.co/nosotros/bancos-de-germoplasma/banco-de-germoplasma-de-microorganismos/microorganismos-con-inter%C3%A9s-en-salud-animal/bacterias-y-virus/staphylococcus

HOSPITAL VETERINARIO DE ESPECIALIDADES EN PEQUEÑAS ESPECIES UAQ: LA EXPERIENCIA HOSPITALARIA COMO EJE DE APRENDIZAJE PRÁCTICO EN MEDICINA VETERINARIA

EMVZ Lesly Vanesa Aguillón Rincón[1], MVZ Luis Enrique Díaz Zepeda [2], MVZ Orlando Federico Chávez Moreno[2]

[1]Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, [2]Hospital Veterinario de Especialidades en Pequeñas Especies, Universidad Autónoma de Querétaro.

leslyvanesa2903@gmail.com

RESUMEN

En medicina veterinaria, es común el realizar prácticas en clínicas veterinarias del ámbito privado u hospitales universitarios como parte de la formación, sin embargo, existen alumnos que finalizan la licenciatura sin haber tenido experiencia alguna dentro del ambiente hospitalario, perdiéndose así de conocimientos imposibles de adquirir de forma teórica [1]. Por ello la importancia de reconocer las estancias dentro de hospitales de enseñanza como parte fundamental de la formación de un estudiante de medicina veterinaria brindándole herramientas útiles que le preparen de mejor manera para el comienzo del ejercicio de la profesión [2]. Se realizó una estancia de 6 meses, sin previa experiencia hospitalaria, en el periodo 2025-2 dentro del Hospital Veterinario de Especialidades en Pequeñas Especies de la Universidad Autónoma de Querétaro, institución que ofrece además de servicios veterinarios, servicios de vinculación e investigación. Se llevaron a cabo actividades de capacitación, generación de historias clínicas, realización del examen físico general, comunicación con responsables de animales de compañía, llenado de formatos, actividades administrativas, toma y envío de muestras, generación de recetas, manejo hospitalario del paciente crítico, manejo en la toma de ultrasonidos y radiografías, entre otras más; todo ello acompañado de médicos veterinarios cuyo plan de enseñanza consistía en explicar verbal y/o visualmente al alumno, hacer que el alumno realizara la tarea mientras observaban que se llevase a cabo correctamente y posteriormente permitir que el alumno comenzara a realizar actividades con mayor independencia, esto sin dejar de ser supervisado. Al término de la estancia, una de las herramientas que mejoró significativamente fue la capacidad de comunicación con el cliente, además de comunicación con otros médicos veterinarios. Se aprendieron técnicas de sujeción segura de caninos y felinos, el alumno logró la canulación y toma de muestras de algunos pacientes. Las tareas como llenado de formatos de toma de muestras reforzaron conocimientos teóricos de histopatología, patología clínica, anatomía, entre otras materias. La realización de cobros e inventario abrieron una perspectiva sobre aspectos financieros y administrativos dentro del negocio veterinario. La variedad de casos que arribaron al hospital generó una conciencia de toma de decisiones médicas logrando establecer prioridades y con base a ello comenzar a formular un tratamiento junto con el médico titular del caso, logrando también el aumento de la confianza del alumno hacia sí mismo. El ingreso al hospital de enseñanza veterinario logró generar conocimientos multidisciplinarios, notándose una significativa diferencia entre el desempeño al comienzo de la estancia y la finalización de ella. Aunque los conocimientos teóricos de la carrera son indispensables, no es hasta que se ingresa al ambiente hospitalario cuando se comienza a formar el criterio médico [3], contacto con animales y desarrollar contacto con los clientes, ya que cada caso es particular desde el contexto social cultural de los responsables del animal de compañía [4], así como de la fisiología de cada individuo. Es indispensable abrir la investigación hacia formas de enseñanza dentro de hospitales veterinarios para preparar de manera más eficiente a médicos veterinarios zootecnistas y que estos egresen mejor preparados para ingresar al mercado laboral.

INTRODUCCIÓN

En México, la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia se imparte en aproximadamente 79 instituciones de educación superior y cuenta con más de cuarenta mil estudiantes inscritos a nivel nacional [5]. Dentro de el plan de estudios de distintas instituciones se incluyen visitas guiadas y algunas prácticas en hospitales de enseñanza o clínicas particulares que duran pocas horas, las cuales no son suficientes para sumergirse en un ambiente hospitalario y entender todo lo que implica. Muchos estudiantes optan por buscar algún empleo en clínicas u hospitales del ámbito privado para reforzar y adquirir conocimientos nuevos, sin embargo, existen otros alumnos que no ingresan al ambiente hospitalario hasta cursar los últimos semestres de la licenciatura o hasta egresar.

Dentro de clínicas u hospitales veterinarios se puede realizar una integración de los temas y contenidos vistos dentro de la licenciatura, lo cual es fundamental para obtener satisfactoriamente las competencias necesarias para la práctica profesional, las cuales deben ser adaptadas al contexto socio-cultural del lugar donde el veterinario ejercerá su profesión [1], por ello es importante reconocer las diferencias que existen no solo en los pacientes que se atienden, sino también en los propietarios que serán sus clientes. Los estudiantes deben comenzar a familiarizarse con el trato directo con el cliente, puesto que la comunicación es una de las habilidades de importancia a desarrollar en el ámbito de medicina veterinaria [4]. No es hasta dentro de una clínica u hospital donde los alumnos entran en contacto con los propietarios y se enfrentan a situaciones reales.

El ingreso a un hospital de enseñanza antes de egresar es una parte fundamental de un estudiante de medicina veterinaria y le otorga herramientas de utilidad para comenzar a ejercer la carrera de la mejor forma posible y lo coloca en una ventaja frente al mundo laboral.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó una estancia con duración de 6 meses, del 30 de julio de 2025 al 30 de enero de 2026 dentro del Hospital Veterinario de Especialidades en Pequeñas Especies de la Universidad Autónoma de Querétaro, campus Juriquilla, Querétaro (Figura 1). Este es un hospital de enseñanza que ofrece además de servicios veterinarios, servicios de vinculación e investigación.



Figura 2. Hospital Veterinario de Especialidades en Pequeñas Especies de la Universidad Autónoma de Querétaro, campus Juriquilla, Querétaro.

La alumna ingresó a la institución con una preparación de 8 semestres concluidos dentro de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, en donde ha finalizado casi la totalidad de materias teóricas y prácticas que oferta la carrera. La alumna se presenta sin experiencia hospitalaria previa, es decir, no ha ejercido prácticas dentro de un hospital veterinario de pequeñas especies.

Las actividades a realizar fueron las siguientes:

- Manejo de consulta veterinaria.
- Generación de historias clínicas.
- Realización del examen físico general.
- Comunicación con responsables de animales de compañía.
- Llenado de formatos clínicos y administrativos.
- Actividades administrativas y de recepción.

- Toma y envío de muestras.
- Manejo de desechos RPBI.
- Generación de recetas.
- Manejo hospitalario del paciente crítico.
- Manejo en la toma de ultrasonidos y radiografías (figura 2).
- Aplicación de vacunas y medicamentos.
- Capacitación constante.



Figura 3. Manejo de paciente para toma de radiografías

El método de enseñanza consistió en un modelo de aprendizaje progresivo siempre supervisado por un médico veterinario zootecnista (MVZ) trabajador del mismo hospital siguiendo los siguientes pasos:

- Explicación verbal: El MVZ comenzó explicando detalladamente todas las actividades a realizar, el procedimiento de consulta, examen físico, anamnesis, entre otros.
- Demostración práctica: La alumna acompaña al MVZ a realizar los procedimientos, el MVZ realiza las actividades y describe paso a paso lo que hace, menciona por qué y para qué debe realizarse esa actividad. La alumna, observa, hace preguntas y el MVZ resuelve dudas.
- Observación del MVZ: La alumna comienza a realizar las actividades por ella misma mientras el MVZ la observa, dirige la situación, otorga retroalimentación constante sobre cuestiones a mejorar. Esta etapa fue la de mayor duración, abarcando alrededor de 3 meses.
- Independencia del alumno: Una vez que el MVZ supervisor considera que la alumna ha adquirido las habilidades necesarias, la alumna comienza a realizar actividades de forma independiente (figura 3) y discute lo realizado con el MVZ, quien continúa ofreciendo retroalimentación.



Figura 4. Manejo independiente de paciente para aplicación de tratamiento láser

RESULTADOS

El ingreso al hospital de enseñanza veterinario logró generar conocimientos multidisciplinarios, notándose una significativa diferencia entre el desempeño al comienzo de la estancia y la finalización de ella.

Entre las habilidades que mejoraron se encuentran 5 áreas principales: habilidades clínicas, integración práctica de materias teóricas, comunicación, competencias profesionales y desarrollo personal.

Habilidades clínicas

Las habilidades clínicas se refieren a la capacidad de obtener información del paciente mediante anamnesis, exploración física, entre otros, analizar la información [6] y generar un plan diagnóstico y de tratamiento con la información.

Dentro de esta área, al concluir la estancia fue posible realizar correctamente un examen físico general, una toma correcta de anamnesis con información completa, uso de esta información para comenzar a discutir planes de tratamiento y diagnóstico según las necesidades del paciente, del contexto socio-cultural de los propietarios y de la disponibilidad de medicamentos y de equipos diagnósticos en el área.

Se logró realizar correctamente la canulación de pacientes; toma de muestras sanguíneas mediante vena yugular, vena cefálica y vena safena; toma de muestras de orina mediante cistocentesis guiada con ultrasonido, recolección por micción y recolección mediante sondaje vesical en caninos machos.

Uno de los aprendizajes relevantes adquiridos es la sujeción de pacientes, asegurando la integridad de quien maneja al paciente y del paciente. Se logró sujetar al paciente para procedimientos básicos como examen físico general y estudios de imagenología.

Integración práctica de materias teóricas

La práctica clínica siempre va acompañada de conocimientos teóricos, dentro de la estancia fue posible reforzar la teoría de distintas materias. Anatomía fue utilizada para referirse a la ubicación exacta para la identificación de lesiones; patología general y sistémica como herramienta para generar diagnósticos de enfermedades; patología clínica en la interpretación de hemogramas, bioquímicas, urianálisis, SDMA, entre otros; histopatología al enviar masas a laboratorio e interpretar los reportes patológicos; inmunología para la comprensión de procesos al aplicar vacunas; farmacología en la discusión de tratamientos por mencionar algunos ejemplos.

Comunicación

La comunicación fue una de las habilidades que mejor se desarrollaron durante la estancia. Existió una comunicación con los clientes para transmitir información sobre la salud de los pacientes, resultados de laboratorio, comunicación de precios y de noticias tanto favorables como desfavorables.

Además de hablar con propietarios, fue favorable el intercambio de ideas con los compañeros de equipo en momentos como discusión de casos, intercambio de experiencias, entre otros.

Competencias profesionales

Se generó conciencia sobre lo que implica el negocio veterinario, se pudieron realizar cobros de distintos procesos, generación de inventarios, agenda de citas y limpieza de distintas áreas de trabajo. Igualmente se reforzaron valores como puntualidad, esfuerzo y trabajo en equipo.

Desarrollo personal

Fue notable el aumento de confianza en sí mismo, la alumna pudo comenzar a tomar decisiones con mayor seguridad e incrementó su autonomía clínica, es decir, cada vez mostró mayor independencia en la realización de distintos procesos. Las diversas situaciones presentadas favorecieron el manejo emocional y tolerancia a situaciones de presión.

CONCLUSIONES

El ingreso al ambiente hospitalario antes de egresar de la licenciatura en medicina veterinaria es fundamental para comenzar a formar criterio médico [3]. Una vez que se ingresa a un hospital veterinario, los conocimientos teóricos son usados para complementar la práctica clínica y se reconoce la importancia de las materias abarcadas en la carrera. El contacto real con animales obliga a considerar la fisiología de cada individuo y entender la relevancia de generar diagnósticos y tratamientos efectivos. El desarrollo del contacto con clientes permite identificar el contexto sociocultural de cada uno de ellos [4] y aprender a adaptarse a ello, reconociendo cada caso como un caso particular.

El modelo de enseñanza logró transmitir conocimientos útiles para la práctica de un médico veterinario en formación, no solo para la resolución de casos clínicos, sino para el manejo de un negocio veterinario.

Es importante abrir la investigación a nuevos modelos de enseñanza para estudiantes de medicina veterinaria dentro de hospitales de enseñanza para preparar de manera eficiente a médicos veterinarios zootecnistas y que estos egresen mejor preparados para ingresar directamente al mercado laboral

BIBLIOGRAFÍA

1. S. Martínez, V. Cavilla, P. Nejamkin, F. Landivar, M. A. Álvarez, M. Clausse, M. Catalano, G. Escuer, C. González, V. Gutiérrez, W. Nasello, L. Denzoin, E. Castro, H. Fernández, D. Sappía, F. Fogel y M. J. Del Sole, “Estrategias docentes para la incorporación del hospital escuela en la enseñanza de la clínica veterinaria,” en Jornada de Innovación Educativa 2018 "Dra. Adriana Cañizo" (Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarría, Argentina, 2018), pp. 54-59.
2. C. L. Greenfield, A. L. Johnson, y D. J. Schaeffer, “Influence of demographic variables on the frequency of use of various procedures, skills, and areas of knowledge among veterinarians in private small animal exclusive or predominant practice and proficiency expected of new veterinary school graduates,” J. Am. Vet. Med. Assoc., Vol. 226, No. 1, 2005, pp. 38-48.
3. C. Stefanou, K. Moore, J. Samper, B. Conner, M. McConkey, M. Aherne, “Part II: Observations of Clinical Teaching in the Veterinary Teaching Hospital” Education in the Health Professions., Vol. 2, No. 2, 2019, pp. 91-97.
4. E. A. Martin, “Managing client communication for effective practice: what skills should veterinary graduates have acquired for success?” Journal of Veterinary Medical Education, Vol. 33, No. 1, 2006, pp. 45-49.
5. D. Rebecca, “¿Cuál es la situación actual de los estudiantes de Veterinaria en México?”, Diario Veterinario, Nov. 30, 2023. Disponible en: https://www.diarioveterinario.com/t/4474139/cual-situacion-actual-estudiantes-veterinaria-mexico?utm [consultado mayo 2026]
6. M. B. I. Durante Montiel, A. Martínez González, S. Morales López, J. R. Lozano Sánchez y M. Sánchez Mendiola, “Educación por competencias: de estudiante a médico”, Rev. Fac. Med. (Méx.), Vol. 54, No. 6, 2011, pp. 42-50.

SEGURIDAD CLÍNICA DE ALTAS DOSIS DE METOTREXATO SIN MONITORIZACIÓN FARMACOCINÉTICA EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON LEUCEMIA LINFOBLÁSTICA AGUDA

Ana Luisa Robles Piedras[1], Urias Bautista Sánchez[1], Mirna Ruiz Anaya[2], Alejandro Chehue Romero[1], Elena Guadalupe Olvera Hernández[1]

[1]Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, [2]Hospital del Niño DIF Hidalgo.
roblesa@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La administración de altas dosis de metotrexato (MTX), constituye un pilar fundamental en los protocolos de consolidación para la leucemia linfoblástica aguda pediátrica; sin embargo, su estrecho margen terapéutico y potencial nefrotóxico exigen una vigilancia clínica rigurosa. En entornos hospitalarios donde la monitorización farmacocinética de niveles séricos no se encuentra disponible de forma rutinaria, la seguridad del paciente depende críticamente de la vigilancia de la función renal y la ejecución de protocolos de rescate empírico con leucovorina. El objetivo de esta investigación fue describir el perfil de seguridad clínica y la incidencia de eventos adversos en una muestra de 57 pacientes pediátricos (con una distribución de 54% hombres y 46% mujeres), con edades comprendidas entre los 2 y 17 años, tratados con dosis de 5 g/m² de MTX bajo un esquema estandarizado de hiperhidratación agresiva y alcalinización urinaria. La metodología consistió en un análisis retrospectivo de los registros de ciclos de quimioterapia, evaluando sistemáticamente la creatinina sérica basal y post-infusión, además de la estimación de la filtración glomerular mediante la fórmula de Schwartz y la clasificación de toxicidades según los criterios comunes de terminología para eventos adversos. Los resultados cualitativos revelan una marcada variabilidad interindividual en la depuración del fármaco, con una fluctuación en la filtración glomerular que oscila entre 79.8 y 219.5 mL/min/1.73m². Se documentó que un 28% de los ciclos analizados presentaron algún grado de toxicidad, siendo la nefrotoxicidad de grado 1 la manifestación más prevalente, lo cual correlaciona directamente con un incremento promedio del 29% en los niveles de creatinina sérica respecto a los valores basales. Si bien no se registraron desenlaces fatales ni toxicidades de grado 4, la heterogeneidad observada en la recuperación de la función renal sugiere que, ante la falta de curvas de eliminación precisas, algunos pacientes podrían estar expuestos a periodos de toxicidad subclínica o a rescates farmacológicos subóptimos. Se concluye que, ante la carencia de herramientas de monitorización farmacocinética, el apego estricto a los protocolos de soporte hídrico en esta población pediátrica es una estrategia efectiva para prevenir complicaciones orgánicas graves; no obstante, esta práctica limita la capacidad de individualizar la terapia, lo que subraya la necesidad de implementar modelos de monitoreo terapéutico para optimizar la ventana terapéutica del fármaco.

INTRODUCCIÓN

La Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) constituye la neoplasia maligna más frecuente en la población pediátrica a nivel global, representando aproximadamente el 50% de los diagnósticos oncológicos en este grupo etario dentro de la República Mexicana [1]. En el contexto epidemiológico regional, el estado de Hidalgo presenta desafíos particulares asociados a la dispersión geográfica y a la vulnerabilidad socioeconómica de su población, variables que impactan directamente en el acceso oportuno al diagnóstico y en la continuidad de regímenes terapéuticos complejos [2]. Como institución de tercer nivel de atención, el centro pediátrico del que procede la cohorte estudiada, desempeña un papel social y clínico fundamental, al consolidarse como el principal punto de referencia estatal para el tratamiento integral de niñas, niños y adolescentes con patologías hemato-oncológicas provenientes de familias de escasos recursos o sin seguridad social laboral. Dentro de los protocolos contemporáneos de intensificación y consolidación adoptados en el país,

tales como los lineamientos del tratamiento para leucemias del Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (CENSIA), la administración de altas dosis de MTX (HDMTX ≥ 1 g/m²) es un componente biológico insustituible [3,4]. Su mecanismo antimetabolito es fundamental para erradicar la enfermedad residual sistémica y asegurar la profilaxis quimioterapéutica en el Sistema Nervioso Central (SNC), disminuyendo drásticamente las tasas de recaída. Sin embargo, el MTX posee un índice terapéutico extraordinariamente estrecho y su principal limitante farmacoclínica es la nefrotoxicidad aguda. La reducción del aclaramiento renal del fármaco prolonga exponencialmente su vida media plasmática, desencadenando toxicidades sistémicas potencialmente letales, como mielosupresión severa, mucositis ulcerativa gastrointestinal y disfunción multiorgánica [4].

A nivel internacional, el estándar de oro para mitigar este riesgo es el Monitoreo Terapéutico de Fármacos (TDM, por sus siglas en inglés) mediante la cuantificación analítica automatizada de los niveles séricos de MTX a intervalos fijos de tiempo. No obstante, la realidad operativa y presupuestaria de múltiples unidades de la red de salud pública en entornos de recursos limitados restringe la viabilidad de contar con esta monitorización en tiempo real de manera rutinaria. Bajo estas condiciones de práctica médica real, la seguridad del paciente pediátrico descansa de forma crítica en la pericia del equipo de salud y en el apego estricto a protocolos empíricos de soporte fisiológico, orientados a maximizar la solubilidad luminal del fármaco mediante hiperhidratación parenteral alcalina y guiar el rescate sistémico con leucovorina basándose en biomarcadores indirectos como la creatinina sérica [3,5]. El beneficio social y el rigor científico de esta investigación radican en caracterizar la seguridad clínica y el comportamiento de la función renal en una cohorte de 57 pacientes pediátricos atendidos en esta institución hidalguense. Generar evidencia estadística y clínica local bajo un modelo de práctica real permite validar la robustez de las estrategias de soporte hídrico actuales, identificar ventanas de riesgo terapéutico y fundamentar sólidamente la necesidad de transitar hacia modelos fármacoclínicos adaptados que disminuyan la morbilidad, los días de estancia hospitalaria y los costos de atención, impactando directamente en la supervivencia y calidad de vida de la niñez hidalguense [2,3,6,7].

MARCO TEÓRICO

El metotrexato (MTX; ácido 4-amino-10-metilfólico) es un fármaco antineoplásico hidrofílico que actúa bloqueando de forma competitiva a la enzima dihidrofolato reductasa (DHFR). Al unirse a su sitio activo, evita que el dihidrofolato se transforme en tetrahidrofolato, una molécula esencial para producir componentes necesarios en la síntesis de ADN y ARN. Esto detiene la formación de timidilato y de nucleótidos purínicos, lo que frena la replicación del ADN y la transcripción del ARN, provocando apoptosis en células que están en la fase S del ciclo celular [4].

Una vez dentro de la célula, ingresando mediante el transportador de folatos reducidos (RFC-1/SLC19A1), el MTX sufre un proceso llamado poliglutamación, catalizado por la enzima folilpoliglutamato sintasa (FPGS). Este proceso añade varios residuos de glutamato a la molécula, aumentando su carga negativa y dificultando que salga de la célula, esto prolonga su permanencia y su afinidad por la DHFR, y otras enzimas de la vía de los folatos. En los blastos leucémicos, esta retención es especialmente prolongada, lo que explica la eficacia de los esquemas de HDMTX [8].

Farmacocinética y mecanismos de eliminación renal. La depuración sistémica del MTX depende predominantemente del órgano renal, excretándose sin cambios en la orina entre el 80% y el 90% de la dosis administrada dentro de las primeras 24 a 48 horas post-infusión. El aclaramiento renal del fármaco (Cl_{ren}) es un proceso dinámico que supera la tasa de filtración glomerular estándar, lo que evidencia la participación activa de mecanismos de secreción y reabsorción tubular [4,8].

Filtración glomerular. Debido a su bajo peso molecular (454.4 g/mol) y a una unión a proteínas plasmáticas de aproximadamente el 50%, el MTX libre se filtra pasivamente a través de la barrera glomerular.

Secreción tubular activa. El transporte del fármaco desde el espacio intersticial hacia el interior de las células del túbulo proximal está mediado por transportadores de aniones orgánicos localizados en la membrana basolateral, principalmente OAT1 (SLC22A6) y OAT3 (SLC22A8). Posteriormente, la extrusión del MTX hacia la luz tubular es impulsada por transportadores dependientes de ATP (casetes de unión a ATP) situados en la membrana apical, destacando MRP2 (ABCC2) y BCRP (ABCG2) [4,9].

Fisiopatología de la nefrotoxicidad por HDMTX. La toxicidad renal inducida por dosis (g/m²) del MTX es un evento multifactorial que compromete de manera aguda la tasa de filtración glomerular. El mecanismo cardinal es la nefropatía obstructiva por precipitación de cristales. El MTX y su principal metabolito derivado del metabolismo hepático, el 7-hidroximetotrexato (7-OH-MTX), el cual posee una solubilidad de 3 a 5 veces menor que la molécula madre, son altamente insolubles en medios acuosos con un potencial de hidrógeno (pH) ácido. Cuando el pH del fluido tubular desciende por debajo de 7.0, ambos compuestos precipitan de forma masiva en la nefrona distal y los túbulos colectores, formando cilindros intratubulares que causan obstrucción mecánica y estasis del flujo urinario [4]. A nivel celular, las concentraciones intratubulares elevadas de MTX desencadenan un efecto citotóxico directo sobre el epitelio tubular proximal. Este daño celular está mediado por la inducción de estrés oxidativo mediante la deplesión de glutatión y la consecuente generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que altera la integridad de la membrana mitocondrial y conduce a la necrosis tubular aguda. Asimismo, el fármaco induce una respuesta hemodinámica caracterizada por la constricción de la arteriola aferente glomerular, mediada por la vía de la adenosina, lo que reduce drásticamente la presión de filtración y perpetúa un círculo vicioso: a menor filtración glomerular, mayor acumulación sistémica de MTX y mayor daño tisular [4,5].

Modelado matemático de la función renal en pediatría. Dada la estrecha ventana terapéutica del HDMTX, la monitorización indirecta de la función excretora renal es obligatoria. En pacientes pediátricos, los niveles absolutos de creatinina sérica no reflejan fielmente la tasa de filtración debido a las variaciones fisiológicas en la masa muscular y el crecimiento. Por ello, la estimación de la Tasa de Filtración Glomerular estimada (TFGe) requiere el empleo de la ecuación original modificada de Schwartz (ecuación 1), la cual indexa la estatura del paciente como un reflejo indirecto de la masa muscular magra corporal total [10].

$$\boldsymbol{TFGe\ (mL/min/1.73m^2)} = \frac{\boldsymbol{k\,.Talla(cm)}}{\boldsymbol{Creatinina\ sérica\ (mg/dL)}} \qquad \text{Ecuación 1.}$$

El coeficiente *k,* es un valor fijo que se ajusta según la edad del paciente y la tecnología del laboratorio (siendo 0.413 el valor estándar actual). Calcular continuamente la función renal con esta fórmula permite detectar a tiempo cualquier disminución en la capacidad del riñón para eliminar el MTX. De esta manera, el médico cuenta con una base científica para adaptar a cada niño las dosis y la duración del rescate con leucovorina (ácido folínico), protegiendo así a las células sanas de los efectos tóxicos del quimioterápico [3,10].

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño metodológico de carácter retrospectivo, descriptivo y observacional, orientado a evaluar el perfil de seguridad clínica y la respuesta renal durante la fase de consolidación farmacológica en una cohorte pediátrica. La población de estudio estuvo constituida por 57 pacientes pediátricos con diagnóstico confirmado de Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA). La recolección de las variables demográficas, antropométricas y los parámetros bioquímicos longitudinales se realizó mediante la auditoría de los expedientes clínicos electrónicos y los registros sistematizados del laboratorio central de la institución. Se incluyeron de forma consecutiva a pacientes de ambos sexos, con un rango etario comprendido entre los 2 y 17 años al momento de la intervención. Los criterios de inclusión y elegibilidad abarcaron estrictamente a aquellos pacientes con diagnóstico citológico o inmunofenotípico de LLA que recibieron al menos un ciclo de consolidación con (HDMTX) a una dosis estandarizada de 5 g/m² en infusión continua de 24 horas.

Asimismo, fue condición indispensable que los pacientes hubieran completado el protocolo institucional de soporte hídrico parenteral y alcalinización urinaria protectora. Finalmente, la selección metodológica consideró como variable crítica de entorno que el manejo clínico de estos ciclos se hubiera ejecutado bajo condiciones de práctica médica real; es decir, en ausencia de monitorización terapéutica de fármacos (TDM) automatizada en tiempo real, dependiendo el ajuste cinético del rescate con leucovorina (ácido folínico) exclusivamente de la vigilancia de la función renal basal y post-infusión.

RESULTADOS

Para evaluar de manera objetiva el impacto biológico de la administración de MTX a dosis de 5 g/m², se analizaron las variables demográficas basales de la cohorte y las fluctuaciones de los biomarcadores séricos de función renal y hepática, obtenidos a partir de la revisión de los expedientes clínicos de los pacientes. En la **Tabla 1** se describen las características clínicas y antropométricas esenciales de la población estudiada, evidenciando una cohorte pediátrica con una alta diversidad fisiológica, representada por un rango de edad desde los 2 hasta los 17 años y superficies corporales que van desde los 0.51 m² en pacientes preescolares hasta los 1.62 m² en etapas adolescentes. Esta variabilidad en el desarrollo físico determinó las dosis absolutas de MTX requeridas por ciclo, registrando un promedio de 4,915 mg por infusión individual. Desde la perspectiva de la seguridad renal basal, la cohorte reflejó una función excretora inicial adecuada, con un promedio general de creatinina sérica de 0.43 mg/dL. Sin embargo, al calcular matemáticamente la tasa de filtración glomerular a través de la ecuación de Schwartz modificada, se exhibió una marcada variabilidad interindividual (rango de 79.75 a 219.54 mL/min/1.73m²). Esto demuestra de manera contundente que una fracción de la población inició el protocolo terapéutico en los límites inferiores de la normalidad fisiológica, lo que influye directamente en su capacidad de aclaramiento.

Finalmente, los biomarcadores celulares reflejan el impacto metabólico directo del antimetabolito, sobre el parénquima hepático tras la infusión. Las elevaciones de las enzimas aminotransferasas (AST media de 114.5 U/L y ALT media de 136.2 U/L), evidenciaron una transaminitis aguda. El hecho de que los límites superiores de toxicidad hepática transitoria, alcanzaran valores de hasta 512 U/L (en el caso de la ALT), confirma que el fármaco genera un estrés celular severo en la práctica médica real, lo que fundamenta científicamente la necesidad de aplicar de forma estricta los protocolos de soporte hídrico parenteral vigentes en la sede hospitalaria, para mitigar el daño tisular permanente.

Tabla 1. Perfil demográfico, esquema terapéutico y biomarcadores analíticos de la cohorte pediátrica.

Categoría de Variable	Indicador Clínico / Bioquímico	Valor Promedio (Media)	Rango Mínimo - Máximo
Datos Demográficos y Antropométricos	Edad (Años)	8.7	2.0 – 17.0
	Peso (Kg)	29.4	11.3 – 68.0
	Talla (m)	1.26	0.85 – 1.68
	Superficie Corporal (m²)	0.98	0.51 – 1.62
Esquema Terapéutico	Dosis Total de MTX Administrada (mg)	4,915	2,550 – 8,100
Biomarcadores de Función Renal (Basal)	Creatinina Sérica Basal (mg/dL)	0.43	0.24 – 0.67
	Filtración Glomerular Schwartz (mL/min/1.73m²)	131.8	79.8 – 219.6

Perfil Hepático (Estrés Máximo Post-Infusión)	Aspartato Aminotransferasa (AST) (U/L)	114.5	21.0 – 434.0
	Alanina Aminotransferasa (ALT) (U/L)	136.2	15.0 – 512.0

CONCLUSIONES

El protocolo de hiperhidratación, alcalinización urinaria y rescate con leucovorina implementado en el hospital, demostró ser altamente seguro y eficaz al registrar una ausencia absoluta de toxicidades graves (Grados 3 y 4 de la CTCAE v5.0), limitando los efectos adversos a rangos leves o moderados de carácter transitorio y autolimitado. Asimismo, se validó la ecuación de Schwartz modificada, como una herramienta centinela indispensable en entornos de recursos limitados, ya que su cálculo basal permite predecir con exactitud matemática el comportamiento de las concentraciones plasmáticas (Cp), y anticipar el riesgo de eliminación retardada del fármaco (el cual afectó críticamente al 40% de la cohorte en la ventana de las 48 horas post-infusión). Lo anterior evidencia la necesidad de un monitoreo estrecho (con TDM), el cual resulta fundamental para individualizar los esquemas de rescate, prevenir ventanas de riesgo citotóxico y garantizar la seguridad del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. R. Rivera-Luna, M. Zapata-Tarres, J. Shalkow-Klincovstein, R. Cárdenas-Cardos, A. Olaya-Vargas, M. Ortiz-Azpilcueta, et al., “The burden of childhood cancer in Mexico: Implications for low- and middle-income countries”, Pediatr. Blood Cancer, Vol. 64, 6, 2017, pp. e26366.
2. Dirección General de Epidemiología, “Perfil Epidemiológico de los Tumores Malignos en la Población Menor de 18 Años en México”, Secretaría de Salud, Ciudad de México, 2022.
3. Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia, “Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Leucemia Linfoblástica Aguda en Pediatría”, Secretaría de Salud, Ciudad de México, 2021.
4. S. C. Howard, J. McCormick, C. H. Pui, R. K. Buddington, R. D. Harvey, “Preventing and managing toxicities of high-dose methotrexate”, Oncologist, Vol. 21, 12, 2016, pp. 1471-1482.
5. S. Khera, D. Mahajan, K. Barbind, S. Dhingra, “Impact of pre-hydration duration on high-dose methotrexate induced nephrotoxicity in childhood acute lymphoblastic leukaemia in resource constraint centers”, Cancer Chemother. Pharmacol., Vol. 91, 4, 2023, pp. 331-336.
6. L. M. Holle, C. S. Harris, A. Chan, R. J. Fahrenbruch, C. L. MacIntosh, J. Jupp, et al., “Pharmacists' roles in oncology pharmacy services: Results of a global survey”, J. Oncol. Pharm. Pract., Vol. 27, 4, 2021, pp. 895-904.
7. B. Goldspiel, Y. Foust, C. Segarra, M. M. Almgren, K. Arenth, S. Bartel, et al., “ASHP–HOPA guidelines on the role of the oncology pharmacist in patient care”, Am. J. Health Syst. Pharm., Vol. 76, 21, 2019, pp. 1781-1796.
8. W. E. Evans, M. V. Relling, J. H. Rodman, W. R. Crom, J. M. Boyett, C. H. Pui, “Pharmacokinetics of high-dose methotrexate in children with acute lymphocytic leukemia”, Cancer Res., Vol. 58, 23, 1998, pp. 5320-5325.
9. L. B. Ramsey, F. M. Balis, M. M. O’Brien, K. Schmiegelow, J. L. Pauley, A. Bleyer, et al., “Consensus guideline for use of glucarpidase in patients with high-dose methotrexate induced acute kidney injury and delayed methotrexate clearance”, Oncologist, Vol. 23, 1, 2018, pp. 52-61.
10. G. J. Schwartz, A. Muñoz, M. F. Schneider, S. L. Furth, J. T. Flynn, A. A. Portale, et al., “New equations to estimate GFR in children with CKD”, J. Am. Soc. Nephrol., Vol. 20, 3, 2009, pp. 629-637.

USO MEDICINAL DEL VENENILLO (*Sapium Macrocarpum Müll. Arg.)* EN LA COMUNIDAD DE TEAMOAC MORELOS

Octavio Cruz Aragón Villafán, Jennifer Adriana Estevez Mendiola, Dinora Valadez Díaz, Alejandra Carrillo Bucio, María Maricela Carrasco Yépez, Abisay Villanueva Bailón.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
aragonocta4@gmail.com

RESUMEN

La *Sapium Macrocarpum*, conocida comúnmente en el estado de Morelos como “Venenillo”, es una planta empleada tradicionalmente para el tratamiento estético de verrugas y mezquinos. Se recolectó una muestra silvestre y se envió al Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) para su identificación taxonómica, donde se confirmó su nombre científico y denominación popular. El uso más frecuente consiste en la extracción del látex de las hojas, el cual se aplica directamente sobre la afección dérmica, es importante señalar que su aplicación debe realizarse con precaución, ya que sus propiedades irritantes pueden provocar ardor, eritema o incluso pequeñas quemaduras químicas en la piel circundante.

La comunidad del municipio de Temoac se localiza en la región oriente del estado y se caracteriza por los suelos de origen volcánico que favorecen la actividad agrícola. Se trata de una población predominantemente rural que no cuenta con servicios especializados para el tratamiento estético de verrugas y mezquinos, por lo que recurre a prácticas tradicionales como el uso del venenillo.La presente investigación tuvo un diseño cualitativo con enfoque etnográfico, de carácter observacional y documental. El objetivo principal fue conocer y generar evidencia sobre las experiencias de los miembros de la comunidad con relación al uso del venenillo como tratamiento de lesiones cutáneas benignas.

Se aplicó una entrevista semiestructurada a 10 sujetos de la comunidad. Posteriormente, se realizó un seguimiento y acompañamiento a los usuarios para documentar la forma de preparación, aplicación y evolución del tratamiento. Los hallazgos indicaron una disminución progresiva del tamaño de las verrugas y mezquinos, así como su eliminación total en varios casos. Asimismo, se reportó una leve irritación en la zona periférica tras la aplicación del látex; no obstante, no se observaron datos clínicos compatibles con quemaduras de segundo grado ni lesiones dérmicas de relevancia clínica.

Por último, los resultados sugieren que el uso tradicional del venenillo podría considerarse una alternativa efectiva en la eliminación de verrugas y mezquinos en contextos comunitarios, sin embargo, se recomienda complementar estos hallazgos con estudios fitoquímicos y farmacológicos que permitan esclarecer su mecanismo de acción, así como establecer parámetros de seguridad y dosificación que respalden el uso responsable en las comunidades que lo emplean, garantizando el uso seguro de la Herbolaria y el actuar de Enfermería basada en evidencia científica.

INTRODUCCIÓN

El uso de plantas medicinales a acompañado de forma ancestral a la humanidad como una de las principales formas de atención para diferentes padecimientos y/o enfermedades. En México, una de las expresiones culturales y medicas que se conserva de forma importante es la herbolaria, especialmente en comunidades rurales y semiurbanas donde el conocimiento tradicional se continúa transmitiéndose por generaciones. Dentro de las familias botánicas con relevancia medicinal se encuentra la Euphorbiaceae, caracterizada por especies con látex lechoso y metabolitos secundarios con actividad biológica importante. **(1) (2)**

Entre esta familia destaca la especie *Sapium Macrocarpum*, conocido comúnmente con el nombre de “venenillo”, un árbol utilizado tradicionalmente para el tratamiento contra afecciones dérmicas como lo son las verrugas y los mezquino mediante la aplicación tópica de su látex. **(1)** Este árbol se distribuye por las zonas del sur de México hasta Costa Rica, desarrollándose principalmente en bosques secos y húmedos. **(1)** En estado de Morelos de forma particular, en el municipio de Temoac, esta planta forma parte del conocimiento popular y ancestral relacionado con el tratamiento de afecciones cutáneas.

El municipio de Temoac se localiza al oriente del estado mexicano de Morelos, geográficamente entre los paralelos 18°46′20″ de latitud norte y 98°46′39″ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura media de 1580 metros sobre el nivel del mar y se ubica dentro del eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. **(3)**Limita al norte y al este con Puebla, al oeste con Jonacatepec y al sur con Zacualpan de Amilpas. La región presenta condiciones climáticas cálidas y semicálidas favoreciendo el crecimiento de especies vegetales medicinales.

Las verrugas constituyen una de las alteraciones dermatológicas benignas más frecuentes dentro de la población mundial. **(4) (5) (6)** Se trata de lesiones ocasionadas por distintos Virus de Papiloma Humano (VPH), capaces de provocar la proliferación anormal de queratocitos en la piel. Estos mismos pueden aparecer en zonas corporales como manos, pies, rodillas, axilas, cara y otras regiones, pueden generar molestias físicas y emocionales entre las cuales encontramos dolor, comezón, ardor y repulsión debido a la apariencia estética. **(5) (6)**

Se ha identificado que existen más de 200 subtipos de VPH; sin embargo, los relacionados a verrugas cutáneas comunes corresponde principalmente a los subtipos 1, 2, 3. 4, 27 y 57. **(7)** Aunque generalmente se consideran lesiones benignas, el tratamiento suele representar gastos económicos importantes para muchas personas. En la actualidad existen diferentes tipos de tratamiento para verrugas y mezquinos de los cuales encontramos la crioterapia, electrocoagulación, láser y agentes queratolitíticos; pero, a pesar de ello, estos tratamientos pueden llegar a ser realmente costosos y generan efectos secundarios como ardor, inflamación o necrosis localizada. **(7) (8)**

A causa de esto, en algunas localidades continúan recurriendo a la medicina tradicional y al uso de plantas tradicionales como terapia alternativa accesible. En Temoac, Morelos, el uso de venenillo representa una práctica continúa transmitida por generaciones, donde el látex de la planta es aplicado directamente sobre verrugas y mezquinos hasta provocar su caída, esto debido a la composición química de la planta que hace que se seque progresivamente.

Diversos estudios fitoquímicos han demostrado que *Sapium Macrocarpum* contiene compuestos bioactivos como lupeol, lupenona, β-sistosterol, estigmasterol y diterpenos con actividad biológica importante. **(1) (10)** Dentro de investigaciones más recientes han reportado su actividad citotóxica en extractos de esta planta frente a determinadas líneas de células humanas, sugiriendo que el mecanismo de acción podría estar relacionada con los procesos irritativos o citotóxicos responsables de la destrucción localizada que sería la verruga y/o mezquino. **(10)**

Pese al uso frecuente dentro de la medicina tradicional, la documentación científica de esta planta sigue siendo limitado enfocado en las experiencias comunitarias relacionadas con el uso del venenillo. Por lo que resulta importante el desarrollo de esta investigación cualitativo y etnográficas que permiten comprender las formas de aplicación, los conocimientos transmitidos ancestralmente y la percepción de efectividad y seguridad relacionado con esta práctica.

La presente investigación tiene como finalidad conocer las experiencias de los habitantes en la comunidad de Temoac, respecto al uso tradicional del *Sapium Macrocarpum* para el tratamiento de verrugas y mezquinos. A través de un enfoque cualitativo, etnográfico y documental, se busca la recopilación de información relacionada con el conocimiento popular de la planta, las reacciones cutáneas observadas y las expresiones personales de quienes han utilizado el venenillo como tratamiento tradicional.

Finalmente, esta investigación busca aportar información útil para futuras líneas de estudio relacionadas con dermatología, toxicología, fitoquímica, enfermería comunitaria, farmacología y medicina tradicional mexicana. Este trabajo pretende contribuir al reconocimiento del conocimiento tradicional como parte importante del patrimonio cultural y sanitario de la región, con la finalidad de promover la visión crítica e interdisciplinaria sobre el uso de recursos naturales con finalidad terapéutica. El análisis de las experiencias comunitarias permitirá ampliar el entendimiento de implicaciones clínicas, sociales y culturales asociadas al uso de venenillo, fortaleciendo el diálogo entre saberes tradicionales y conocimiento científico contemporáneo.

TEORÍA

El uso tradicional del *Sapium Macrocarpum* en una comunidad del estado de Morelos es visto no solo como una practica tradicional si no también como una construcción social del conocimiento transmitida generacionalmente, ya que también dependen de la validación personal y la observación de los resultados favorables con los testimonios de confianza sobre el uso de la planta.

Dada la naturaleza toxica de la planta es necesaria la expansión de conocimientos, la comunidad no solo conoce la toxicidad si no que aprendió a trabajar con ella para el uso adecuado del venenillo ofreciendo una base para investigaciones futuras.

PARTE EXPERIMENTAL

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con diseño etnográfico, observacional y documental. Este enfoque permitió explorar las experiencias, conocimientos y percepciones de los habitantes de la comunidad de Temoac, Morelos, respecto al uso tradicional de *Sapium Macrocarpum* (venenillo) para el tratamiento de verrugas y mezquinos.

Participantes y muestreo

La muestra estuvo conformada por diez participantes originarios de la comunidad de Temoac, Morelos, quienes presentaban o habían presentado verrugas o mezquinos y contaban con experiencia en el uso del venenillo como tratamiento tradicional.

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, complementado con criterios de selección que permitieron incluir participantes con conocimientos y experiencias relevantes para los objetivos de la investigación. La selección de los informantes se realizó considerando la disposición de los participantes para compartir sus experiencias y conocimientos sobre el uso de la planta.

Técnica e instrumento de recolección de datos

Como técnica principal de recolección de información se utilizó la entrevista semiestructurada. Esta herramienta permitió obtener información detallada sobre el conocimiento tradicional asociado al venenillo, favoreciendo una conversación flexible que facilitó la expresión libre de las experiencias, percepciones y saberes de los participantes.

La entrevista se diseñó con preguntas orientadas a identificar aspectos relacionados con:

- El conocimiento general de la planta y su denominación local.
- La forma de adquisición y transmisión del conocimiento tradicional.
- Los métodos de preparación y aplicación del látex.
- Las partes de la planta utilizadas con fines terapéuticos.
- Las reacciones cutáneas observadas durante y después de su aplicación.
- La percepción de efectividad y seguridad del tratamiento.
- Las recomendaciones y precauciones asociadas con su uso.

Las entrevistas iniciaron con una presentación de los investigadores y la explicación de los objetivos del estudio, seguida de la solicitud de consentimiento para la grabación de audio.

Procedimiento

Las entrevistas se realizaron de manera individual en la comunidad de Temoac, Morelos. Durante cada encuentro se promovió un ambiente de confianza y respeto que favoreciera la participación de los entrevistados y la recuperación de conocimientos transmitidos a través de generaciones.

Las conversaciones fueron registradas mediante grabaciones de audio, previo consentimiento de los participantes. Asimismo, cuando fue autorizado, se obtuvo evidencia fotográfica relacionada con las manifestaciones cutáneas descritas por los entrevistados y con el uso tradicional de la planta.

Posteriormente, la información recopilada fue transcrita y analizada mediante la identificación de categorías y subcategorías temáticas. Para facilitar el proceso de organización y análisis de los datos, se elaboró un mapa conceptual que permitió visualizar las relaciones entre las categorías emergentes derivadas de la revisión de las entrevistas.

Consideraciones bioéticas

La investigación se desarrolló conforme a los principios bioéticos de autonomía, justicia y beneficencia.

Autonomía

Se respetó en todo momento la libertad de los participantes para decidir su participación en el estudio, así como para autorizar o rechazar la grabación de audio y la toma de fotografías. Asimismo, se garantizó el derecho de los entrevistados a retirarse de la investigación en cualquier momento sin repercusión alguna.

Justicia

Se garantizó la confidencialidad y el manejo responsable de la información proporcionada por los participantes. Los datos obtenidos fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y de investigación, evitando cualquier elemento que permitiera la identificación directa de los entrevistados.

Beneficencia

La investigación tuvo como propósito documentar y valorar el conocimiento tradicional relacionado con el uso de *Sapium Macrocarpum*, contribuyendo a la preservación del patrimonio biocultural de la comunidad y a la generación de información útil para futuras investigaciones científicas.

Consentimiento informado

El consentimiento informado se obtuvo de manera verbal antes del inicio de cada entrevista. Durante este proceso se explicó a los participantes la finalidad de la investigación, los procedimientos de recolección de información, el uso académico de los datos obtenidos y la posibilidad de registrar evidencia audiovisual.

Una vez aclaradas las dudas de los participantes, se solicitó su autorización para realizar la grabación de audio y, cuando correspondía, el registro fotográfico de las lesiones cutáneas asociadas a verrugas o mezquinos. La entrevista inició únicamente después de que los participantes manifestaron su aceptación voluntaria para participar en el estudio.

RESULTADOS

A partir del análisis de las entrevistas semiestructuradas, se identificaron las siguientes categorías y micro categorías; se estructura posteriormente describiendo cada categoría y micro categoría presente en el mapa mental que se presenta a continuación.

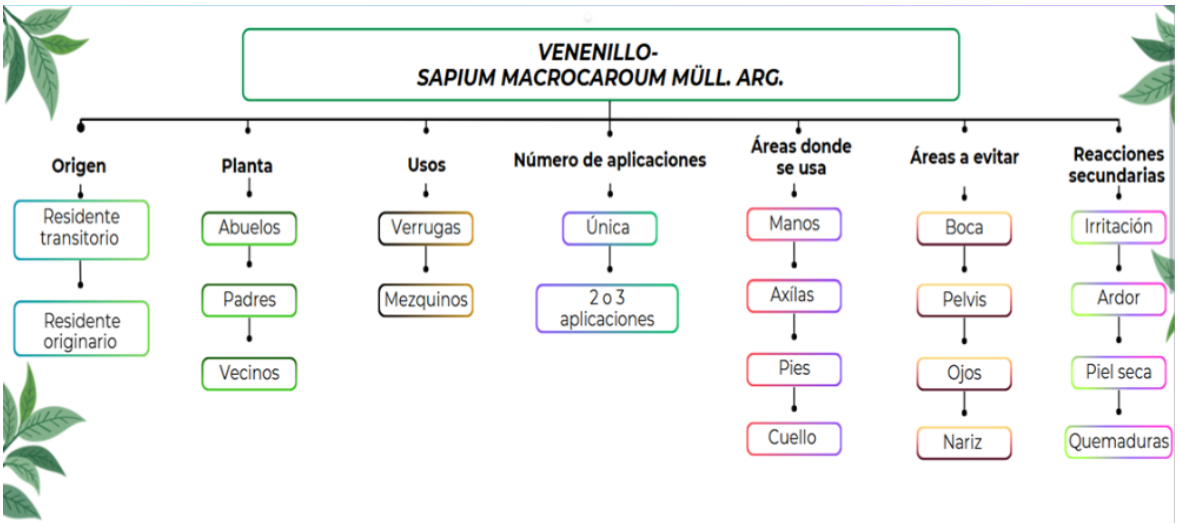


Figura 1. Mapa conceptual de categorías y micro categorías realizado por Estevez Mendiola Jennifer Adriana

Origen de los participantes

Los participantes entrevistados fueron clasificados en dos grupos de acuerdo con su trayectoria de residencia dentro de la comunidad de Temoac, Morelos: residentes originarios y residentes transitorios. La mayoría de los entrevistados pertenecen al primer grupo, caracterizado por personas que han vivido prácticamente toda su vida dentro de la comunidad y mantienen un fuerte sentido de pertenencia hacia su lugar de origen.

Entre los residentes originarios, los entrevistados señalaron haber nacido y permanecido en Temoac durante la mayor parte de su vida, con ausencias temporales de corta duración relacionadas principalmente con estudios o actividades laborales.

“Pues, yo he vivido aquí toda mi vida aquí, nací, bueno yo nací en una clínica en Amayuca, pero yo he vivido aquí toda mi vida, me he ido lejos solo un par de meses, como unos tres meses más o menos yo creo, pero solamente ha pasado unas dos veces” (Olivo).

“Toda mi vida he vivido aquí, yo aquí nací, aquí me enamoré, aquí trabajé y si Dios me deja y me da muchos años más, seguiré aquí y pues el día que me toque irme con Dios, yo espero quedarme aquí y que me entierren aquí con mi familia.” (Cedro).

Por otro lado, los residentes transitorios corresponden a personas originarias de la comunidad que han residido durante periodos prolongados en otros estados del país por motivos académicos, laborales o familiares, aunque continúan manteniendo vínculos con Temoac mediante visitas periódicas o retornos definitivos.

“Pues ahí… bueno, yo nací en Cuautla Morelos, pero… he vivido cerca de la mitad de mi vida ahí en Temoac, actualmente vivo en el estado de México y cada cierto tiempo regreso a mi pueblo por unos días o en vacaciones me quedo un par de meses” (Jacaranda).

“Pues yo nací aquí viví hasta los 18 años de que mudé a Saltillo para estudiar la universidad y después me quedé a vivir, bueno primero viví como tres o cuatro años allá en Zacatecas y, también en Coahuila y, ya después me regresé a vivir en el estado porque estaba trabajando y ahí conseguí trabajo y, pues ahí me quedé un tiempo y pues ya... ya no… ya no regresé porque aquí encontré trabajo, aquí empecé a hacer mi vida, aquí tuve mis hijos, bueno, mis hijos también nacieron en Morelos pero pues también me los llevé para allá porque allá trabajaba y pues yo sigo viviendo en el Estado de México, hasta ahorita a mis 54 años pero en realidad vengo en vacaciones me quedo un mes, o dos meses y medio y me regreso al estado” (Olmo).

En conjunto, los resultados muestran que la mayoría de los participantes son originarios de Temoac y han permanecido en la comunidad durante gran parte de su vida. Los casos de movilidad identificados estuvieron relacionados principalmente con estudios universitarios, oportunidades laborales y la conformación de nuevas unidades familiares.

Transmisión del conocimiento sobre la planta de venenillo

El conocimiento relacionado con el venenillo se transmite principalmente mediante mecanismos familiares intergeneracionales. Los participantes señalaron que dicho conocimiento fue adquirido principalmente a través de padres y abuelos, mientras que en menor medida fue compartido por vecinos de la comunidad.

Respecto a la influencia de los abuelos, algunos participantes señalaron que fueron ellos quienes les enseñaron a identificar la planta y reconocer sus usos tradicionales.
“Yo la conozco como venenillo, así mis abuelos me la enseñaron y, mi papá y mi mamá, entonces según yo así se llama, venenillo” (Gardenia).

“No, así se llama venenillo, así, así se llama, así la conocemos y no, pues nunca he escuchado que la llamen de otra forma, de hecho, así siempre la he conocido, como venenillo, así es como me enseñaron, no conozco otro nombre que le diga mi abuelita.” (Roble).

Los padres representaron la principal fuente de transmisión del conocimiento sobre la planta.
“Me la enseñaron mis papás, yo la conozco desde que soy niña porque te digo, toda mi vida he vivido aquí y pues aquí abunda, entonces pues la conozco desde que soy niña.” (Olivo).

“Mi papá… mi papá que Dios lo tenga en su santísima gloria, él fue el que me enseñó todo lo que sé sobre el trabajo, sobre ser hombre y… también sobre la vida, en este caso también sobre animales y plantas” (Cedro).

De manera menos frecuente, algunos entrevistados adquirieron este conocimiento a través de vecinos con experiencia en el uso tradicional de la planta.

“Tu abuelo Cruz […] él me enseño, yo le tengo mucho cariño y aprecio a tu abuelito, pero él me enseño una vez que veníamos de misa...” (Arce).

Estos hallazgos muestran que la transmisión del conocimiento asociado al venenillo ocurre principalmente dentro del núcleo familiar y constituye una práctica que se ha mantenido entre generaciones.

Usos atribuidos al venenillo

Los entrevistados coincidieron en señalar que el principal uso del venenillo es la eliminación de verrugas y mezquinos. Ninguno de los participantes mencionó otros usos terapéuticos relevantes para la planta.

“A pues es una planta que utilizamos para quitar verrugas o mezquinos, o al menos para eso la ocupamos aquí, no sé si en algún otro lugar la ocupen.” (Olivo).
“La utilizamos para quitar verrugas como las que salen en el cuello, en el sobaco y en las manos, nada más, porque esta planta es venenosa y las seca y luego se caen.” (Cedro).
“La utilizan para quitar verrugas o mezquinos, bueno eso me enseñaron...” (Abeto).
Las experiencias compartidas por los participantes muestran una percepción generalizada de efectividad para la eliminación de estas lesiones cutáneas.

Aplicación del venenillo y número de usos requeridos

Los participantes describieron procedimientos similares para la aplicación del látex del venenillo. La mayoría señaló que se requiere entre dos y tres aplicaciones para lograr la eliminación completa de la verruga o mezquino, aunque algunos casos reportaron resultados satisfactorios tras una sola aplicación.

“En realidad a los dos o tres usos se cae...” (Olivo).
“Pues yo nada más la usé dos veces...” (Gardenia).
“Dejamos que se seque, que se absorba y ya pues al rato o en la noche este pues se debe secar un poquito...” (Pirul).
Un aspecto relevante fue la descripción detallada del procedimiento tradicional de aplicación.
“Pues agarramos una agujita y primero picamos ahí la verruguita, y le picamos hasta que salga sangre, hasta que le hagamos una herida y ya después, vamos y arrancamos una hojita de venenillo y la lechecilla que sale le ponemos una gotita ahí en la herida donde está la verruga...” (Pirul).
De acuerdo con los testimonios, el número de aplicaciones parece relacionarse con el tamaño y persistencia de la lesión cutánea.

Áreas corporales de uso y restricciones de aplicación

Los entrevistados reportaron que el venenillo se utiliza principalmente para eliminar verrugas localizadas en cuello, axilas, manos y pies.
“Mi papá se quitó igual varias verrugas del cuello, mano y… axilas...” (Jacaranda).
“Sí de hecho hace... como 5 días me quité una verruga que tenía aquí en la axila...” (Pirul).
“Mi Glorita fue la que me la encontró en el cuello...” (Cedro).
De manera excepcional, un participante reportó su uso en la región inguinal.
“Sí, sí lo ha ocupado varias veces me he quitado mezquinos de las manos y unas verruguitas bueno me da pena...” (Olivo).

Por otra parte, prácticamente todos los entrevistados enfatizaron la necesidad de evitar el contacto del látex con mucosas y zonas sensibles debido a su potencial irritante.
“En ojos, en la boca o en la nariz pues arde mucho porque la planta es tóxica...” (Pirul).
“Cuidado de que caigan los ojos, en la boca, en la cara porque es venenosa.” (Cedro).
“No se debe poner en zonas sensibles como boca, ojos, nariz, vagina y esas zonas...” (Abeto).
Los resultados sugieren que el conocimiento tradicional sobre el venenillo incorpora medidas de precaución bien definidas relacionadas con la toxicidad percibida de la planta.

Reacciones secundarias percibidas

Los participantes describieron principalmente efectos locales asociados con la aplicación del látex del venenillo. Las manifestaciones más frecuentes fueron ardor, enrojecimiento, resequedad cutánea e irritación transitoria.

“Ardor y el enrojecimiento y pues nada más...” (Roble).
“Arde y pues alrededor se pone rojito nomas...” (Magnolia).
“Arde y puede quemar entonces se debe agarrar con cuidado y si seca la piel...” (Cedro).
“Sí sienten mucho dolor irritación fuera de lo normal que no es normal, pero causa irritación que se laven muy bien [...] crea eritema y resequedad en la piel...” (Abeto).
Ningún entrevistado reportó consecuencias graves derivadas de la aplicación del venenillo sobre la piel. Sin embargo, los participantes coincidieron en que el riesgo aumenta cuando el látex entra en contacto con mucosas, particularmente ojos, nariz y boca.

CONCLUSIONES

La investigación permitió la documentación y análisis respecto al conocimiento tradicional asociado al uso de *Sapium Macrocarpum* (venenillo) en habitantes de Temoac, Morelos, en los cuales los resultados evidencian la vigencia del conocimiento de esta planta, así como de la transmisión oral de conocimiento a partir principalmente de abuelos y padres, conservando saberes como la identificación de la planta, usos en verrugas y mezquinos, así como las zonas a evitar en su aplicación del látex. Los participantes coinciden en que la eliminación de verrugas y mezquinos es mediante la aplicación directa del látex que se produce en sus hojas; asimismo, los testimonios sugieren la existencia de conocimiento empírico compartido con respecto al procedimiento de la aplicación, el número de usos requeridos y las áreas corporales en las que puede emplearse.

De igual manera los entrevistados reconocen su naturaleza irritante y potencialmente tóxica de la planta, por lo que hacen énfasis en evitar mucosas y zonas sensibles. Dentro de la misma comunidad se sugiere el conocimiento tradicional consolidado y ampliamente compartido entre habitantes de este municipio de Morelos; la permanencia de estos conocimientos muestra que la herbolaria continúa siendo una alternativa utilizada para la atención de determinados padecimientos.

Finalmente es necesario considerar que las experiencias documentadas, se recomienda desarrollar investigaciones farmacológicas, fitoquímicas y clínicas que permitan evaluar la seguridad, eficacia y mecanismos de acción de *Sapium Macrocarpum*, contribuyendo así la validez científica

BIBLIOGRAFÍA

1. Villarreal Burbano DV. Usos etnofarmacológicos, fitoquímica y propiedades farmacológicas del género Sapium. [Online]; 2022. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/aaccc11f-b6af-40a7-ba59-8cd75e3ad6cb/content.
2. Sánchez KAL. El uso de la Euphorbiceae en el tratamiento de padecimientos cutáneos: revisión bibliográfica. [Online]; 2024. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/3bf47322-b740-44ce-9e6f-0494f37783a4/content#:~:text=Se%20obtuvieron%20335%20registros%2C%2091,de%20investigaci%C3%B3n%20de%20la%20salud.
3. Mapcarta. Mapcarta. [Online]; 2026. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://mapcarta.com/es/19377740.
4. Medicina especilizada de la piel. Verrugas. [Online]; 2022. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en:https://www.medicinadelapiel.com/verrugas2/#:~:text=Las%20verrugas%20comunes%20(verrugas%20vulgares,cuero%20cabelludo%20y%20la%20barba.
5. Centro de dermatologia de Monterrey. verrugas virales. [Online]; 2023. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://centrodedermatologia.com.mx/mezquinos/.
6. ELSEVIER. Las verrugas. [Online]; 2001. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-las-verrugas-13013886.
7. Abud AMA, Nigam PK. National Library of Medicine. [Online]; 2023. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: Ahmad M. Al Abud ; Pramod K. Nigam.
8. MAYO CLINIC. VERRUGAS COMUNES. [Online]; 2024. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/common-warts/diagnosis-treatment/drc-20371131.
9. Punto Clinico. Detección y tratamiento de VPH. [Online]; 2018. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.puntoclinico.com.mx/clinica-vph#:~:text=tratar%20el%20VPH-,Eliminaci%C3%B3n%20de%20Verrugas%20desde%20$275,Crioterapia%20desde%20$590%20pesos.
10. Novillo F. SCIELO. [Online]; 2017. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: Fernando Novillo.

EVALUCIÓN GÉNICA DE LA RESPUESTA EPITELIAL PULMONAR EN UN MODELO MURINO DE EXPOSICIÓN A $PM_{2.5}$ E INFECCIÓN CON *Pseudomonas Aeruginosa*

Mayra Luisa Contreras Ramírez[1], Nancy Gabriela Solís Torres[1], Jovany Almaraz de Santiago[1], Juan Valentín Trujillo Páez[2], Adrián Rodríguez Carlos[2], Bruno Rivas Santiago[2], César Enrique Rivas Santiago[1], Irma Elizabeth González Curiel[1].

[1] Laboratorio de Inmunotoxicología. Campus UAZ Siglo XXI. Unidad Académica de Ciencias Químicas, UAZ. Carretera, [2] Unidad de Investigación Biomédica de Zacatecas, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Interior Alameda Trinidad García de la Cadena
mayra.contreras@uaz.edu.mx; irmacuriel@uaz.edu.mx

RESUMEN

La contaminación del aire por $PM_{2.5}$ constituye un problema crítico de salud pública. La exposición crónica a este contaminante puede disminuir la expresión de péptidos antimicrobianos (AMPs) y de proteínas de unión estrecha, comprometiendo la integridad epitelial y facilitando la colonización e infección por patógenos oportunistas, como *Pseudomonas aeruginosa*, un microorganismo de alta relevancia clínica. El objetivo del estudio fue determinar cómo la exposición a $PM_{2.5}$ modula la expresión de CRAMP, mBD-2, mBD-3, mBD-4 y la ocludina en un modelo murino de infección con *P. aeruginosa*.

Se utilizaron ratones macho de la cepa BALB/c, distribuidos en tres grupos experimentales: control, infección y co-exposición. Los animales del grupo de co-exposición fueron expuestos cada tercer día a $PM_{2.5}$ por vía intratraqueal durante 35 días (640 µg/mL). Al día 28, los animales de los grupos de infección y co-exposición fueron inoculados con una dosis única de *P. aeruginosa* (1.7×10^8 UFC). El grupo control no recibió exposición a $PM_{2.5}$ ni infección, administrando en su caso solución fisiológica. Los animales fueron sacrificados a los días 3 y 7 post-infección. Los pulmones recolectados se destinaron a diferentes análisis experimentales: histológico (tejido incluido en parafina), microbiológico (tejido conservado en PBS) y molecular (tejido almacenado en RNAlater). La inflamación pulmonar se determinó mediante análisis histológico con tinción de hematoxilina y eosina (H&E); la carga bacteriana se cuantificó a través del conteo de unidades formadoras de colonia (UFC) en placas de cultivo; y la expresión génica se cuantificó mediante reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa con transcripción reversa en tiempo real (RT-qPCR), utilizando el método de expresión relativa.

Los resultados muestran que, la co-exposición a $PM_{2.5}$ e infección por *P. aeruginosa* se asoció con una mayor inflamación pulmonar y una mayor carga bacteriana en comparación con el grupo infectado. A nivel génico, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales, se identificó una disminución temprana de la expresión de ocludina al día 3 post-infección, así como una tendencia al decremento en la expresión de CRAMP en el grupo de co-exposición. En conjunto, estos resultados sugieren que la exposición previa a $PM_{2.5}$ favorece la persistencia de la infección y la inflamación pulmonar, posiblemente mediante alteraciones en la integridad de la barrera epitelial y en los mecanismos de defensa innata. Debido a que las β-defensinas murinas y CRAMP son homólogos funcionales de AMPs humanos, estos hallazgos aportan evidencia sobre los efectos mediante los cuales la contaminación atmosférica podría aumentar la susceptibilidad a infecciones respiratorias bacterianas.

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica se ha posicionado como el segundo factor de mortalidad a nivel global. En 2022, se estimó que el 99 % de la población mundial residía en zonas con una calidad del aire superior a los niveles recomendados[1], y que la exposición a este factor fue responsable de aproximadamente 7.9 millones de muertes al año[2]. El material particulado fino con un diámetro

aerodinámico igual o menor a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) constituye uno de los principales contaminantes atmosféricos. Se estima que su exposición es responsable de aproximadamente 4.9 millones de muertes anuales a nivel mundial. De la misma manera, diversos estudios epidemiológicos han asociado la exposición al $PM_{2.5}$ con el desarrollo de enfermedades crónicas, entre las que destacan las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el cáncer de pulmón y diversas infecciones respiratorias[2].

De manera particular, el $PM_{2.5}$ ha adquirido gran relevancia debido a su reducido tamaño aerodinámico, el cual facilita su ingreso al tracto respiratorio y favorece el desarrollo de diversos efectos adversos sobre la salud. A diferencia de las partículas de fracción gruesa (PM_{10}), que son retenidas principalmente en las vías respiratorias superiores, el $PM_{2.5}$ (o fracciones menores como las ultrafinas, $PM_{0.1}$), pueden evadir estos mecanismos de defensa y alcanzar las regiones más profundas del pulmón, donde induce daño tisular e inflamación local (Figura 1)[3].

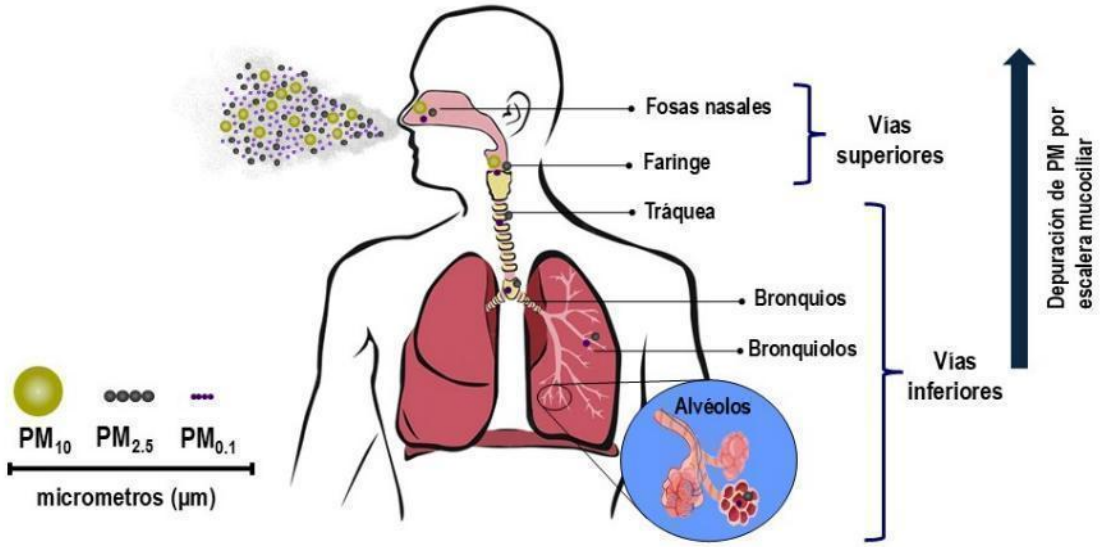


Figura 1. Deposición de PM en vías respiratorias de acuerdo con su tamaño.

Uno de los efectos más preocupantes de esta exposición es el deterioro de la barrera epitelial, asociado con una disminución de proteínas esenciales de las uniones estrechas, entre ellas la ocludina. Esta alteración compromete la integridad del epitelio respiratorio, aumenta su permeabilidad y favorece el paso de patógenos y xenobióticos hacia los tejidos subyacentes[4].

Además del daño tisular y la inflamación crónica, la alteración de la barrera epitelial compromete mecanismos clave de defensa, como la producción de péptidos antimicrobianos (AMPs)[5]. Estas moléculas juegan un papel fundamental en la inmunidad innata, ya que actúan como la primera línea de defensa contra patógenos oportunistas. En el epitelio respiratorio, los AMPs más representativos pertenecen principalmente a las familias de las β-defensinas y de la catelicidina. Cuando la producción de AMPs se ve reducida debido a la exposición al $PM_{2.5}$, el epitelio respiratorio se vuelve más vulnerable a infecciones bacterianas[6].

Un ejemplo representativo es la *P. aeruginosa*, un patógeno oportunista que aprovecha las deficiencias en la barrera epitelial y en la respuesta inmunitaria para colonizar el tracto respiratorio. Esta bacteria es especialmente preocupante, debido a que la Organización Mundial de la Salud (OMS) la considera uno de los patógenos bacterianos de mayor relevancia clínica y en individuos con enfermedades pulmonares crónicas o bajo una inmunodepresión, se desarrollan infecciones severas y resistentes a los tratamientos convencionales[7].

En este estudio, se propone evaluar en un modelo murino cómo dicha exposición, combinada con una infección por *P. aeruginosa*, modifica la expresión de genes asociados con las uniones estrechas y los AMPs involucrados en la defensa pulmonar. El análisis de estos cambios transcripcionales

permitirá comprender con mayor precisión los efectos a nivel de expresión génica mediante los cuales el $PM_{2.5}$ influye en la respuesta del hospedero frente a infecciones respiratorias. Asimismo, este trabajo contribuirá al conocimiento de la interacción entre la contaminación atmosférica y la regulación génica de procesos relacionados con la integridad epitelial y la inmunidad pulmonar.

PARTE EXPERIMENTAL

El modelo *in vivo* consistió en un grupo de ratones macho de la cepa BALB/c de 8 semanas de edad, distribuidos en tres grupos experimentales (n = 3 por grupo): 1) control (sin exposición ni infección), 2) infección (*P. aeruginosa*) y 3) co-exposición (pre-acondicionamiento con $PM_{2.5}$ seguido de infección por *P. aeruginosa*). El $PM_{2.5}$ se administró por instilación intratraqueal cada tercer día durante 35 días (Figura 2). Posteriormente, al día 28, los grupos de infección y co-exposición fueron inoculados con *P. aeruginosa*.

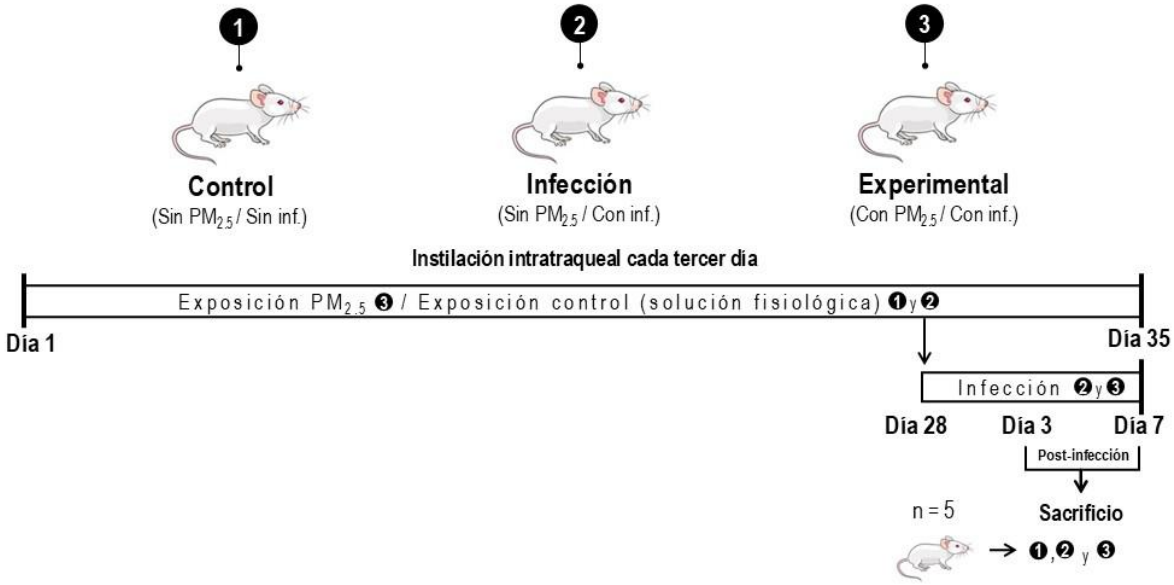


Figura 2. Modelo in vivo de co-exposición a $PM_{2.5}$ e infección con P. Aeruginosa

Para cada procedimiento, los animales fueron anestesiados por inhalación con sevoflurano. Posteriormente, se administraron 0.1 mL de una suspensión de $PM_{2.5}$ a una concentración de 640 µg/mL al grupo experimental mediante una cánula intratraqueal[5]. Por su parte, los grupos control e infección recibieron 0.1 mL de solución fisiológica estéril por la misma vía de administración. Al día 28 se realizó una única infección con una cepa de referencia de *P. aeruginosa,* inoculando $1.7x10^8$ UFC/espécimen[8]. A los 3 y 7 días post-infección, los animales fueron sacrificados bajo anestesia y mediante exanguinación a través de una incisión en la arteria axilar. Posteriormente, los pulmones fueron recuperados y almacenados de acuerdo con su objetivo experimental; al respecto, el pulmón izquierdo se utilizó para la evaluación de los cambios histológicos y la determinación de la carga bacteriana; mientras, el pulmón derecho se almacenó en RNAlater, para su evaluación génica.

El daño pulmonar se evaluó mediante dos parámetros: inflamación y carga bacteriana. Para el análisis histológico, los pulmones incluidos en parafina se cortaron en secciones de 3 µm de grosor y se procesaron para tinción H&E. Posteriormente, las imágenes se sometieron a un estricto análisis morfométrico.

La cuantificación de la carga bacteriana se realizó con tejido pulmonar homogenizado; realizaron diluciones seriadas, las cuales fueron sembradas en placas con agar Mueller-Hinton y se incubaron a 37 °C durante 48 h, posteriormente se realizó el conteo de UFC.

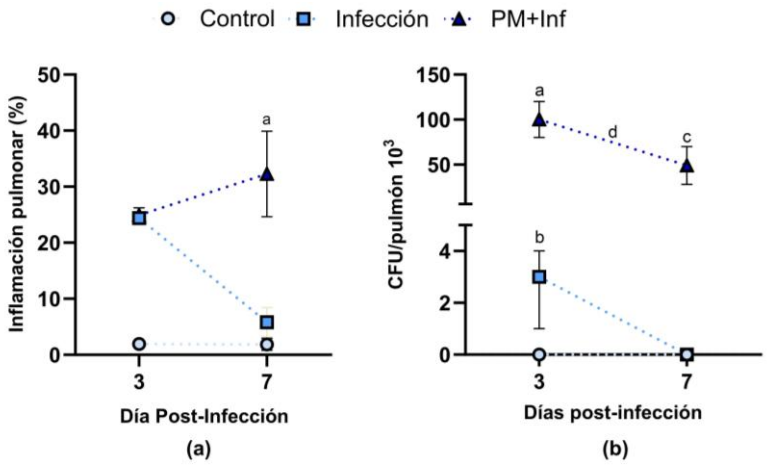
Para el análisis de expresión génica, se utilizaron tejidos pulmonares preservados en RNAlater. Las muestras se disgregaron mediante pulverización con nitrógeno líquido y posteriormente se sometieron a extracción de RNA total utilizando el método TRIzol-cloroformo. El RNA obtenido se retrotranscribió a cDNA mediante el kit SuperScript III. La expresión génica relativa se evaluó mediante PCR cuantitativa en tiempo real (qPCR) utilizando el kit SsoFast EvaGreen Supermix, empleando 100 ng de cDNA y cebadores específicos para los genes de los péptidos antimicrobianos (AMPs) y ocludina. Como gen constitutivo se utilizó β-actina. La expresión génica relativa se calculó mediante el método de Livak ($2^{-\Delta\Delta Ct}$). El análisis estadístico se realizó con el software GraphPad Prism (versión 10.2.1), seleccionando las pruebas estadísticas correspondientes de acuerdo con la distribución de normalidad de los datos.

RESULTADOS

El análisis morfométrico del tejido pulmonar reveló que la exposición previa a $PM_{2.5}$ exacerbó la respuesta inflamatoria inducida por la infección con *P. aeruginosa* (Figura 3a). El grupo de co-exposición mostró diferencias estadísticamente significativas respecto al grupo control, caracterizadas por un aumento progresivo del porcentaje de inflamación pulmonar, que pasó de aproximadamente 25 % al día 3 post-infección a cerca del 32 % al día 7. Estos resultados sugieren que la exposición al $PM_{2.5}$ favorece la persistencia del proceso inflamatorio y dificulta su resolución tras el desafío bacteriano. En contraste, los animales del grupo infección presentaron un comportamiento diferente, sí bien, el día 3 post-infección mostró niveles de inflamación equivalentes con los observados en el grupo de co-exposición (≈25 %), este mismo grupo para el día 7, registró una marcada reducción de la inflamación pulmonar, alcanzando valores cercanos al 5 %. Esta disminución llevó a que los niveles de inflamación se aproximaran a los observados en el grupo control, lo que sugiere una resolución progresiva de la respuesta inflamatoria desencadenada por la infección bacteriana.

Estos resultados sugieren que la exposición crónica a $PM_{2.5}$ favorece un estado inflamatorio pulmonar aun después del desafío con *P. aeruginosa*. Esto coincide con lo reportado por Luo et al.[9], quienes, utilizando un modelo murino C57BL/6 expuesto a $PM_{2.5}$ y posteriormente infectado con la cepa PAO1 de *P. aeruginosa*, observaron un incremento significativo en el puntaje de inflamación pulmonar en comparación con los grupos control. Los autores atribuyeron este efecto principalmente a un mayor infiltrado leucocitario, ya que el análisis del lavado broncoalveolar (BALF) reveló un aumento en el reclutamiento de células inflamatorias. En conjunto, estos resultados respaldan la hipótesis de que la pre-exposición a $PM_{2.5}$ potencia la respuesta inflamatoria pulmonar inducida por la infección bacteriana.

Figura 3. Análisis de morfometría pulmonar (a) y carga bacteriana (b) en ratones a los 3 y 7 días post-infección.



Interacción entre grupos	
Grupos	*p-value*
[a] Control vs PM+Inf (D3)	0.001 (***)
[b] Infección vs PM+Inf (D3)	0.001 (***)
[c] Control vs PM+Inf (D7)	0.0301 (*)
Interacción entre días post-infección	
[d] Día 3 – Día 7 (PM+Inf)	0.0417 (*)

Nota: Datos presentados como mediana y rango. Prueba estadística Anova de 2 vías con post-hoc de Sidak. * p ≤0.05, ** p≤0.01, *** p ≤0.001, **** p ≤ 0.0001.

En relación con la carga bacteriana, los resultados del conteo de UFC (Figura 3b) mostraron diferencias estadísticamente significativas tanto entre los grupos experimentales como entre los tiempos de evaluación. Al día 3 post-infección, el grupo de co-exposición presentó una carga bacteriana significativamente mayor que el grupo infección, alcanzando valores cercanos a 1×10^5 UFC/pulmón, mientras que el grupo infección mostró aproximadamente 3×10^3 UFC/pulmón. Estos resultados sugieren que la exposición previa a $PM_{2.5}$ favorece el establecimiento inicial de la infección por *P. aeruginosa*. Para el día 7 post-infección, ambos grupos mostraron una disminución de la carga bacteriana, en donde, el grupo infección presentó una eliminación prácticamente completa de la bacteria; mientras que el grupo de co-exposición mantuvo niveles elevados de colonización pulmonar, cercanos a 5×10^4 UFC/pulmón. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Yong et al.[10], quienes evaluaron un modelo murino expuesto a partículas de escape de diésel (DEP) e infectado con *Streptococcus pyogenes* (GAS), en su estudio, a las 72 horas post-infección, el grupo infectado con GAS mostró una carga bacteriana pulmonar significativamente menor ($1x10^4$ UFC/pulmón) en comparación con el grupo co-expuesto a DEP y GAS (1×10^9 UFC/pulmón). Está marcada diferencia en la carga bacteriana se correlaciona con sus análisis de supervivencia, donde los ratones expuestos previamente a DEP y posteriormente infectados con GAS mostraron una tasa de supervivencia significativamente menor (30% a los 8 días) en comparación con los ratones infectados solo con GAS (80% a los 8 días). Los autores argumentan que, aunque el sistema inmunitario del hospedero tiene cierta capacidad para combatir la infección bacteriana por sí solo, la pre-exposición a contaminantes como el DEP (contaminante que constituye una fracción importante del $PM_{2.5}$) compromete gravemente los mecanismos de defensa pulmonar, lo que interfiere con el control y la eliminación del patógeno y favorece su persistencia bacteriana e invasión sistémica.

En cuanto a la expresión génica, los niveles de mRNA de los genes que codifican las β-defensinas murinas 2, 3 y 4 (*Defb2*, *Defb3* y *Defb4*; Figuras 4a, 4b y 4c, respectivamente), la catelicidina murina *CAMP* (Figura 4d) y la ocludina (Figura 4e) se expresaron como valores relativos normalizados respecto a β-actina. De manera general, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales. Sin embargo, se identificó una tendencia temporal caracterizada por un aumento en la expresión génica al día 7 post-infección en comparación con el día 3, particularmente en el grupo infección. Este resultado es consistente con el hecho de que las β-defensinas 2, 3 y 4 son AMPs inducibles cuya expresión puede incrementarse en respuesta al reconocimiento de moléculas asociadas a patógenos (PAMPs), como el lipopolisacárido (LPS) presente en la membrana externa de *P. aeruginosa*. El reconocimiento de estas moléculas por receptores de reconocimiento de patrones, como TLR4 presentes en las células epiteliales respiratorias, activas vías de señalización intracelular que promueven la expresión de genes involucrados en la respuesta inmune innata, incluyendo miembros de la familia de las β-defensinas[11]. En concordancia con este mecanismo, el incremento observado en la expresión de *Defb3* y *Defb4* al día 7 post-infección podría reflejar la activación de la respuesta epitelial frente a la presencia de *P. aeruginosa*. Este aumento en la expresión de AMPs podría contribuir al control de la infección bacteriana (Figura 3b) y estar asociado con la disminución de la inflamación observada en el grupo infección (Figura 3a). Además de su actividad antimicrobiana directa, las β-defensinas poseen propiedades inmunomoduladoras que participan en el reclutamiento y la activación de células inmunes, favoreciendo la coordinación de la respuesta inmune innata y la resolución del proceso

infeccioso[11].

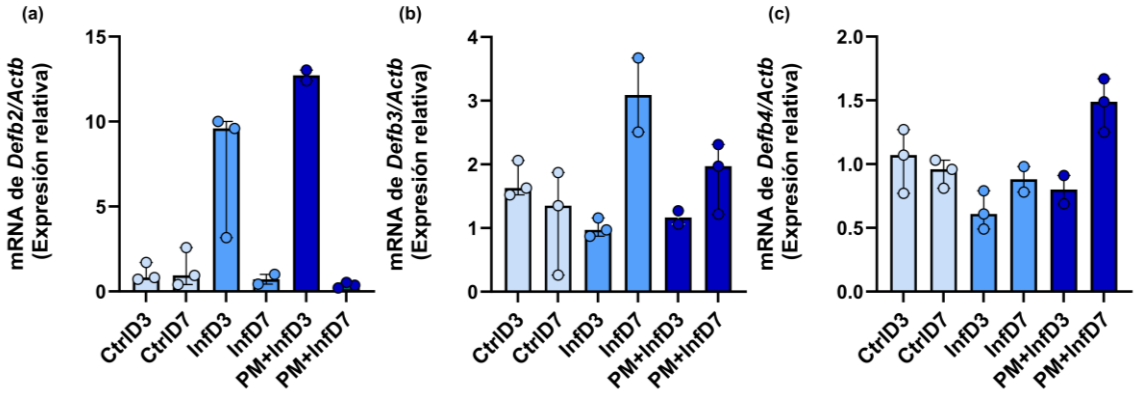


Figura 4. Expresión relativa de los niveles de mRNA de péptidos antimicrobianos: Def2 (a), Def3 (b), Def4 (c), mediante RT-qPCR utilizando como gen constitutivo Actb. Nota: Datos presentados como mediana y rango. Prueba estadística Kruskal-Wallis con post-hoc de Dunns. * p ≤0.05, ** p≤0.01, *** p ≤0.001, **** p ≤ 0.0001.

En contraste, la expresión de la catelicidina murina CRAMP no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales. Sin embargo, se observó una tendencia hacia una menor expresión en el grupo de co-exposición en comparación con el grupo infección en ambos tiempos de evaluación (Figura 4d). Al igual que las β-defensinas, la catelicidina forman parte de los mecanismos de defensa de la inmunidad innata del epitelio respiratorio. No obstante, estas moléculas también se encuentran estrechamente relacionadas con la actividad de células fagocíticas, particularmente los macrófagos alveolares[12]. En este sentido, se ha reportado que la exposición a material particulado puede inducir un estado de deterioro funcional en los macrófagos alveolares, caracterizado por una disminución de su capacidad fagocítica y de su actividad antimicrobiana[10]. Considerando que estas células constituyen una fuente importante de CRAMP en el pulmón, es posible que la exposición a $PM_{2.5}$ interfiera indirectamente con la producción de este péptido antimicrobiano, contribuyendo a la tendencia de disminución observada en el grupo de co-exposición.

A nivel molecular, diversos estudios han descrito mecanismos mediante los cuales el $PM_{2.5}$ altera la expresión de genes relacionados con la inmunidad innata, Zheng et al.[13] demostraron en células epiteliales bronquiales humanas que la exposición a $PM_{2.5}$ suprime la expresión de *Defb1*, gen que codifica la β-defensina 1 (HBD1: Human Beta-Defensin 1), mediante la activación de las vías de señalización MAPK y NF-κB. Esta reducción en la expresión de HBD1 se asoció con una mayor invasión bacteriana por la cepa PAO1 de *P. aeruginosa* y una menor capacidad para controlar la infección, favoreciendo el desarrollo de una respuesta inflamatoria más intensa.

En conjunto, estos hallazgos sugieren que la exposición a $PM_{2.5}$ podría alterar la expresión de AMPs pulmonares mediante diferentes mecanismos celulares y moleculares. Aunque en el presente estudio no se observaron cambios significativos en la expresión de *Camp*, la tendencia observada, junto con el incremento en la carga bacteriana y la inflamación en el grupo de co-exposición, podría indicar una alteración de los mecanismos de defensa innata frente a la infección por *P. aeruginosa.*

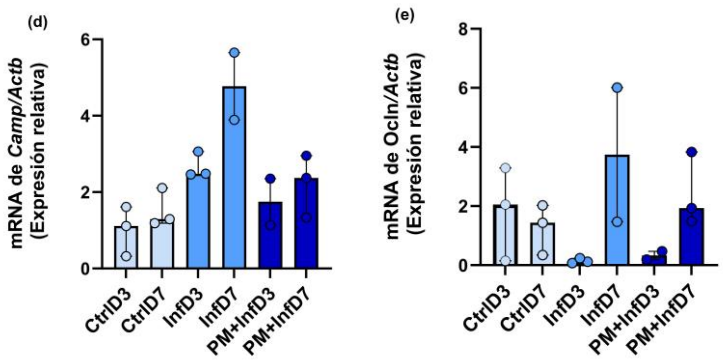


Figura 4 (continuación). Expresión relativa de los niveles de mRNA de péptidos antimicrobianos Camp (d) y la unión estrecha Ocln (e), mediante RT-qPCR utilizando como gen constitutivo Actb.
Nota: Datos presentados como mediana y rango. Prueba estadística Kruskal-Wallis con post-hoc de Dunns. * p ≤0.05, ** p≤0.01, *** p ≤0.001, **** p ≤ 0.0001.

Finalmente, para los análisis de la expresión génica de la proteína de unión estrecha ocludina mostró una marcada disminución en su expresión génica al día 3 post-infección en los grupos experimentales en comparación con el grupo control (Figura 4e). Este hallazgo sugiere que tanto la infección por *P. aeruginosa* como la exposición a $PM_{2.5}$ pueden alterar temporalmente la integridad de la barrera epitelial pulmonar mediante la reducción de la expresión de proteínas asociadas a las uniones estrechas. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Liu et al.[14], quienes evaluaron el efecto de la exposición a material particulado seguida de una infección por *P. aeruginosa* en un modelo murino. En dicho estudio, los animales fueron expuestos durante 72 h a diferentes concentraciones de material particulado y posteriormente infectados, evaluando los efectos después de 24 h post-infección. Mediante análisis de expresión proteica por Western Blot, los autores observaron una disminución de los niveles de ocludina dependiente de la concentración del contaminante. Estos hallazgos sugieren que la exposición a $PM_{2.5}$ puede comprometer la integridad de la barrera epitelial pulmonar y favorecer una mayor susceptibilidad a la infección bacteriana. De manera consistente, en el presente estudio el grupo de co-exposición presentó una mayor carga bacteriana pulmonar (Figura 3b), lo que podría estar relacionado con una alteración temprana de los mecanismos de barrera del epitelio respiratorio.

CONCLUSIONES

La pre-exposición previa a $PM_{2.5}$ favoreció un estado inflamatorio y contribuyó a la persistencia de la infección por *P. aeruginosa.* Los cambios observados en la expresión de la ocludina, β-defensinas y CRAMP sugieren una alteración de la barrera epitelial y de los mecanismos de inmunidad innata pulmonar, incrementando la susceptibilidad a la infección.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. (2022). WHO's Air Quality Guidelines. [Página web]. Recuperado de: https://www.who.int/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data
2. Health Effects Institute. (2025). *State of Global Air 2025: A Report on Air Pollution and Its Role in the World's Leading Causes of Death.* [Reporte especial]. Health Effects Institute. Recuperado de: www.stateofglobalair.org
3. Klaassen, C. D., y Amdur, M. O. (Eds.). (2013). *Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons* (Vol. 1236, pp. 189-190). New York: McGraw-Hill.
4. Liu, J., Chen, X., Dou, M., He, H., Ju, M., Ji, S., ... & Song, Y. (2019). Particulate matter disrupts airway epithelial barrier via oxidative stress to promote *Pseudomonas aeruginosa* infection. *Journal of thoracic disease*, 11(6), 2617. https://doi.org/10.21037/jtd.2019.05.77.

5. Almaraz-De-Santiago, J., Solís-Torres, N., Quintana-Belmares, R., Rodríguez-Carlos, A., Rivas-Santiago, B., Huerta-García, J., Mercado-Reyes, M., Enciso-Moreno, J., Villagómez-Castro, J., González-Curiel, I., Osornio-Vargas, A. & Rivas-Santiago, C. E. (2021). Long-term exposure to particulate matter from air pollution alters airway β-defensin-3 and-4 and cathelicidin host defense peptides production in a murine model. *Peptides*, 142, 170581. https://doi.org/10.1016/j.peptides.2021.170581
6. Rivas-Santiago, C. E., Sarkar, S., Cantarella IV, P., Osornio-Vargas, Á., Quintana-Belmares, R., Meng, Q., Kirn, T. J., Strickland, P., Chow, J., Watson, J., Torres, M. & Schwander, S. (2015). Air pollution particulate matter alters antimycobacterial respiratory epithelium innate immunity. *Infection and immunity*, 83(6), 2507-2517. https://doi.org/10.1128/iai.03018-14.
7. Sati, H., Carrara, E., Savoldi, A., Hansen, P., Garlasco, J., Campagnaro, E., Boccia, ... & Tacconelli, E. (2025). The WHO Bacterial Priority Pathogens List 2024: A prioritisation study to guide research, development, and public health strategies against antimicrobial resistance. *The Lancet Infectious Diseases,* 25(9), 1037–1049. https://doi.org/10.1016/ S1473-3099(25)00118-5
8. Solis-Torres, et al. (s. f.). Urban particulate matter exposure impairs antibacterial immunity and exacerbates pulmonary pathology inmurine *Pseudomonas aeruginosa* infection. [Manuscrito no publicado].
9. Luo, L., Jiang, M., Xiong, Y., He, X., Wang, J., Li, G., (2024). Exposure to $PM_{2.5}$ induces expansion of PD-L1^{high} neutrophils and increases susceptibility to *Pseudomonas aeruginosa* infection. *Respiratory Research*, 25, 90. https://doi.org/10.1186/s12931-023-02640-x
10. Zhi, Y., Chen, X., Cao, G., Chen, F., Seo, H. S., & Li, F. (2022). The effects of air pollutants exposure on the transmission and severity of invasive infection caused by an opportunistic pathogen *Streptococcus pyogenes*. *Environmental Pollution*, 310, 119826. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119826
11. Rivas-Santiago, B., Sada, E., Hernández-Pando, R., y Tsutsumi, V. (2006). Péptidos antimicrobianos en la inmunidad innata de enfermedades infecciosas. Salud Pública de México, 48, 62-71. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10648109
12. Silva, F. P. da, & Machado, M. C. C. (2017). The dual role of cathelicidins in systemic inflammation. *Immunology Letters*. https://doi.org/10.1016/j.imlet.2017.01.004
13. Zheng, T., Wang, Y., Zhou, Z., Chen, S., Jiang, J., & Chen, S. (2024). $PM_{2.5}$ causes increased bacterial invasion by affecting HBD1 expression in the lung. *Journal of Immunology Research*, 6622950. https://doi.org/10.1155/2024/6622950
14. Liu, J., Chen, X., Dou, M., He, H., Ju, M., Ji, S., ... & Song, Y. (2019). Particulate matter disrupts airway epithelial barrier via oxidative stress to promote *Pseudomonas aeruginosa* infection. *Journal of thoracic disease*, 11(6), 2617. https://doi.org/10.21037/jtd.2019.05.77

COMPARACIÓN DE LOS COADYUVANTES MÁS UTILIZADOS EN LA FASE I PERIODONTAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Francisco Javier López López, María Antonietta Riera Chávez, Paloma Netzayeli Serrano Díaz

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, Universidad Nacional Autónoma de México
jabier.2002.fl@gmail.com

RESUMEN

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica de etiología microbiana qué afecta los tejidos de soporte dental. Los raspados y alisados radiculares (RAR) son el tratamiento de elección. En estadios avanzados los RAR, por sí solos no conducen a mejoras clínicas significativas, al combinar con coadyuvantes puede dar lugar a mejores resultados. Un coadyuvante es un complemento, tratamiento o sustancia que se utiliza con el objetivo de mejorar los resultados propuestos en el plan de tratamiento inicial, entre los más utilizados destacan los antibióticos. Esta revisión se realizó bajo los lineamientos PRISMA. Objetivo: realizar una revisión para compilar información sobre aquellos pacientes en los que se implementó el uso de coadyuvantes en la fase I periodontal, evaluar su eficacia y compararlos con la fase I sola/placebo. Se realizó una búsqueda electrónica en tres bases de datos (PubMed, ScienceDirect y Web of Science), arrojando un total 418 estudios, se eliminaron: 31 duplicados, 343 en base al título y resumen, obteniendo 44 en texto completo, de los cuales solo se incluyeron 15 estudios que cumplen con los criterios de selección. Se evaluaron cinco terapias coadyuvantes: antioxidante, probiótica, antibiótica, fotodinámica y oxigenoterapia tomando como medida de eficacia la mejoría de parámetros clínicos periodontales (nivel de inserción, profundidad de bolsa, sangrado al Sondaje e índice de biopelícula). Los 15 estudios seleccionados tienen un diseño en paralelo, todos los artículos utilizaron la Clasificación de enfermedades y condiciones periodontales y periimplantarias 2018, en cada estudio se aplicó el mismo protocolo de RAR tanto en el grupo control como en el o los grupos de prueba, del total de estudios 7 fueron realizados en Europa, 6 en Asia y 2 en América. En la mayoría de estudios se observó una mejora en los parámetros clínicos y en la minoría resultados similares a los del grupo control. Finalmente se puede concluir que los tratamientos coadyuvantes usados en la terapia periodontal son un tratamiento efectivo, su acción específica sumada a los beneficios de la instrumentación subgingival, permiten una mejora considerable.

Palabras clave: Periodontitis, Adjuvant, Antibiotics, Probiotics, Hyperbaric Oxygenation, Phototherapy.

INTRODUCCIÓN

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica de etiología microbiana proveniente de la biopelícula oral. Esta se caracteriza por encías inflamadas, sangrado, secreción purulenta y pérdida continua de los tejidos de soporte (encía, ligamento periodontal, cemento radicular y hueso alveolar) (1), predisponiendo al paciente a la pérdida de dientes y afectando la salud general (2), (3). La enfermedad periodontal es la onceava afección más prevalente a nivel mundial (4). Microbiológicamente se caracteriza por un aumento en los complejos rojo y naranja de Socransky y este aumento se ve marcado a medida que aumenta la profundidad de la bolsa (5). Los periodontopatógenos encontrados en mayor proporción en las bolsas periodontales más profundas son *Aggregatibacter actinomycetemcomitans y Porphyromonas gingivalis* (6). En una gran parte de los pacientes con enfermedad periodontal la diversidad de microorganismos aumenta conforme la enfermedad periodontal se desarrolla y se cree que es consecuencia del proceso lento y sostenido en un hábitat favorable (7). La inflamación crónica lleva al aumento de citocinas proinflamatorias como las interleucinas IL-1, IL-6, IL-8, Factor de necrosis tumoral (TNF-alfa) y Prostaglandina E2 (PGE2) (8); metaloproteinasa de matriz (MMP)-9 (9), implicadas en la degradación ósea.

Ahora bien, el tratamiento periodontal se divide en tres fases: I, la cual consiste en control de la infección, II terapia quirúrgica, III terapia periodontal de soporte (10). Los objetivos de la Fase I radican en: alterar o eliminar la etiología microbiana mediante el desbridamiento sub y supragingival, suprimir o modificar factores de riesgo (locales, ambientales, sistémicos) y prevenir una mayor progresión (11). La instrumentación subgingival es el principal tratamiento de elección (12), por sí sola, es capaz de reducir la profundidad de las bolsas, debido a la recesión del tejido blando y una ganancia en el nivel de inserción (10). Al combinarse con el control de biopelícula supragingival se pueden obtener mejores resultados en el cambio de microbiota (13). Es de gran importancia la educación al paciente y el seguimiento de las medidas por parte de él (14). En la mayoría de los casos, la instrumentación subgingival, da como resultado una disminución de las especies bacterianas patógenas y un aumento de especies no patógenas (15), (16). La instrumentación subgingival tiene el propósito de disminuir la inflamación de los tejidos blandos mediante la expulsión de los depósitos, blandos y duros de biopelícula, eliminación del cemento contaminado, un cambio en el número de microorganismos y el propósito final es el cierre de la bolsa (17). Existen factores de riesgo locales, ambientales y sistémicos que van a aumentar la posibilidad de que un individuo contraiga la enfermedad o, si la periodontitis ya está establecida, van a influir en su velocidad de avance (18). La instrumentación subgingival, en la mayoría de los pacientes, ocasiona una disminución de los microorganismos de manera inespecífica generando un nicho ecológico parcialmente agotado que posteriormente se recoloniza regresando a recuentos bacterianos similares a los iniciales (7), (15). La instrumentación subgingival en pacientes con periodontitis en estadios III y IV redujo en gran medida los patógenos periodontales como *Porphyromonas gingivalis, Eubacterium nodatum y Prevotella species pluralis (spp),* sin embargo se sugiere que esta disminución puede ser transitoria (19). La recolonización de las bolsas periodontales depende de: la instrumentación subgingival, tipo de patógenos periodontales iniciales presentes, la educación al paciente sobre las medidas de higiene y/o uso de aditamentos y el seguimiento de las mismas (7). Los patógenos periodontales se pueden encontrar en sitios no dentales y distribuirse en toda la cavidad oral, estos mismos pueden reinfectar sitios tratados con instrumentación subgingival (6), (15). En casos de enfermedad periodontal avanzada y bolsas periodontales (mayor o igual a 5 mm), la instrumentación subgingival no conduce a mejoras clínicas importantes (20). Si no se realiza una buena instrumentación subgingival, sumada a una educación y seguimiento del paciente, pueden observarse una recolonización de bacilos y espiroquetas en un periodo de 60 días (21). Los dientes en los que se observa un menor éxito de la instrumentación subgingival son los molares y aumenta cuando se ve comprometida la zona de la furca (22). La instrumentación implica una recesión de los tejidos blandos y pérdida de sustancia dental (23). La instrumentación subgingival por sí sola no descarta en su totalidad las bacterias implicadas en la enfermedad periodontal por lo que se han diseñado e implementado protocolos complementarios (7).

De acuerdo con lo anterior, un coadyuvante es un complemento, tratamiento o sustancia, que se utiliza con el objetivo de mejorar los resultados propuestos en el plan de tratamiento inicial (24). Se ha reportado que la terapia periodontal apoyada del uso de coadyuvantes puede dar lugar a mejores efectos (11). Una buena instrumentación subgingival, la educación al paciente y la terapia periodontal de soporte deben ser una parte integral en el uso de coadyuvantes (25). El uso de coadyuvantes está ampliamente recomendado en enfermedades periodontales necrosantes, abscesos periodontales asociados con periodontitis, periodontitis grado C, periodontitis recurrente (11); pacientes con bajo nivel de cumplimiento (15); presencia de bolsas profundas (20), ya que los periodontopatógenos están más concentrados en ellas (26) y una estrategia eficaz sería enfocar el tratamiento en ellas puesto que pueden requerir un tratamiento adicional (27); lesiones localizadas o recurrentes (28); las bolsas periodontales residuales o persistentes después de la fase I requieren de terapia adicional (29). No quedan dudas de que su aplicación mejora significativamente el éxito clínicos debido a que se ha reportado una mayor ganancia de inserción clínica (11), (27), (30), (32), reducción de la inflamación y sangrado al sondaje (11), (27), (30), (31), disminución de la profundidad de bolsa (11), (27), (30), (31), (32), del volumen del líquido crevicular (31), de la supuración (27), menor índice de biopelícula (30) y se reduce la necesidad de la fase II o quirúrgica (11), (15) (33). Los molares obtienen mejores beneficios del uso de coadyuvantes (29), (33), (34).

Los coadyuvantes reportados hasta ahora varían desde el uso de medicamentos hasta la aplicación de antisépticos con todo un protocolo a seguir, todos igual de válidos porque mencionan mejoras alcanzables en pacientes en los que se sabe que solo la instrumentación subgingival no será suficiente. Entre ellos se menciona que la terapia de oxígeno hiperbárico es eficaz en la periodontitis, por tanto al proporcionar un mayor suministro de oxígeno se acelera la recuperación del tejido (31), la desinfección de toda la cavidad oral resulta más beneficiosa que el tratamiento no quirúrgico convencional puesto que evita la contaminación cruzada entre sitios tratados (15); la planificación puede mejorar considerablemente con el uso complementario de metronidazol + amoxicilina obteniendo una evolución clínica importante y sostenida (27), puesto que produce un beneficio específico al nivel de insercion de bolsas periodontales profundas (33); la eficacia de los antimicrobianos está bien documentada (35); el uso adjunto de probióticos más la instrumentación subgingival sugiere un efecto beneficioso en relación con parámetros clínicos (30); los probióticos ofrecen un beneficio clínico a corto plazo, reduciendo la profundidad de bolsas periodontales moderadas (32) dado que son capaces de competir por los nutrientes, bloquean la unión de periodontopatógenos a la mucosa salival y producen sustancias antimicrobianas (36); la terapia fotodinámica también destaca como un complemento beneficioso para la instrumentación subgingival, ya que al introducir una sustancia fotoactiva en las bolsas periodontales y activarla mediante una longitud de onda adecuada produce radicales libres que reaccionan con las bacterias (37), (38).

Planteamiento del problema

La periodontitis es una enfermedad cada vez más frecuente en la consulta dental cuyo tratamiento de elección es la instrumentación subgingival (12), sin embargo no en todos los pacientes es suficiente por sí sola para obtener mejoras importantes en los parámetros clínicos (20). Regularmente, ésta suscita el cierre de la bolsa periodontal de menos de 5 mm, pero al haber una mayor profundidad el cierre es menos predecible (28). Cuando el producto de la revaloración no es el previsto en el tratamiento se requiere una terapia adicional (29). Con el fin de aumentar la eficacia de la instrumentación subgingival se han analizado y evaluado diversas opciones de terapias coadyuvantes (19).El uso de coadyuvantes puede dar lugar a mejores resultados (11). Se han realizado investigaciones con el fin de realizar una comparación sobre el papel que tienen en la enfermedad periodontal y no concluyen que uno sea mejor que el otro (25). Es necesario investigar nuevos auxiliares que disminuyan considerablemente a los patógenos periodontales sin inducir a efectos adversos (7).

Pregunta de investigación

¿Cuál es la eficacia clínica de la implementación de coadyuvantes en la Fase I de la terapia periodontal, en comparación con la fase I sola o más un placebo?

JUSTIFICACIÓN

La enfermedad periodontal es la onceava afección más frecuente a nivel mundial (4). El Atlas Mundial de la Salud Bucal de la Federación Dental Internacional indica que entre 5 % y 20 % de las personas en países en vías de desarrollo y en países desarrollados padecen periodontitis severa (estadios III y IV y con una tasa de progresión rápida) (11), que desde el principio se sabe que la simple Instrumentación subgingival no será suficiente (20), (28), (29). Se ha reportado el uso diferentes coadyuvantes en la fase I de la terapia periodontal y se ha justificado su uso pues tienen la capacidad de mejorar el efecto de la instrumentación subgingival (27), (29), (30), (31), (32), (33), (34), (36), (38) y disminuir la implementación directa de la fase II (11), (15), (33). Se han realizado comparaciones de sus beneficios entre solo algunos de ellos (25), (35), por lo que sería importante realizar una síntesis para reunir evidencia que permita al clínico elegir el más conveniente basado en evidencia.

Objetivo general

Realizar una revisión de la literatura que permita compilar información de aquellos pacientes en los que se implementó la fase I de la terapia periodontal más el uso de diferentes coadyuvantes, evaluar sus resultados clínicos y compararlos con la fase I sola o más el uso de placebo.

METODOLOGÍA

Esta revisión sistemática se realizó bajos los lineamientos PRISMA (39)

Tabla 1. Acrónimo PICOS

Paciente/ problema/ población	Intervención	Comparación	Resultados	Tipo de estudio
Pacientes con periodontitis que reciben tratamiento periodontal hasta la fase I periodontal	Instrumentación subgingival más el uso de coadyuvantes	Instrumentación subgingival sola o con el uso de placebo	Eficacia en los parámetros clínicos	Ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECA)

Criterios de inclusión

Estudio clínico controlado aleatorizado en donde se observó al paciente mínimo hasta 4 semanas después para la revaloración, donde se incluyen a pacientes con diagnóstico periodontal, basados en la Clasificación de enfermedades y condiciones periodontales y periimplantarias 2018 con estadios del II al IV con bolsas iguales o mayores a 5 mm, donde solo se realizó Fase I periodontal, artículos en inglés y español, en texto completo y que permita descargarlos, no mayores a 5 años.

Criterios de exclusión

Estudios en donde no se realizó una revaloración, bolsas menores a 5 mm, estadio I, estudios que se realicen con boca dividida, pacientes en donde se realizó Fase II antes de la revaloración.

RESULTADOS

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica en abril de 2025 en tres bases de datos, utilizando términos MeSH, refinando la búsqueda de acuerdo a los criterios de elegibilidad, con el objetivo de minimizar los resultados se aplicaron filtros extras individuales para cada base de datos, Tabla 2. obteniendo un total de 418 artículos, se desecharon 31 artículos duplicados, en seguida se eliminaron 343 artículos en base al título y al resumen obteniendo un total de 44 artículos que se leyeron en texto completo de los que se excluyeron 29 por no cumplir con los criterios de selección obteniendo un total de 15 artículos incluidos en la síntesis, Figura 1.

Tabla 2. Algoritmo de búsqueda

Base de datos	Algoritmo	Criterios de inclusión extras aplicados por base de datos	No. de artículos incluidos en base al título y resumen
PubMed	"Anti-Bacterial Agents/therapeutic use"[Mesh] OR "Probiotics/therapeutic use"[Mesh] OR "Anti-Infective Agents, Local/therapeutic use"[Mesh] OR "Hyperbaric Oxygenation"[Mesh] OR "Phototherapy"[Mesh] AND "Periodontitis/therapy"[Mesh]	- Article type: Randomized Controlled Trial.	21
ScienceDirect	"Periodontitis" AND "Antibiotics" OR "Probiotics" OR "Antiseptic" OR "Hyperbaric Oxygenation" OR "Phototherapy"	- Article type: Research articles. - Publication title: International Dental Journal, Journal of Dental Sciences, The Open Dentistry Journal and Journal of Dentistry. - Subject areas: Medicine and Dentistry.	5
Web of Science	"Periodontitis" AND "Antibiotics" OR "Probiotics" OR "Antiseptic" OR "Hyperbaric Oxygenation" OR "Phototherapy"	- Documents types: Article. - Web of science categories: Dentistry Oral Surgery Medicine - Citation Topics Menso: Dentistry and Oral Medicine	18

Figura 1. Diagrama PRISMA

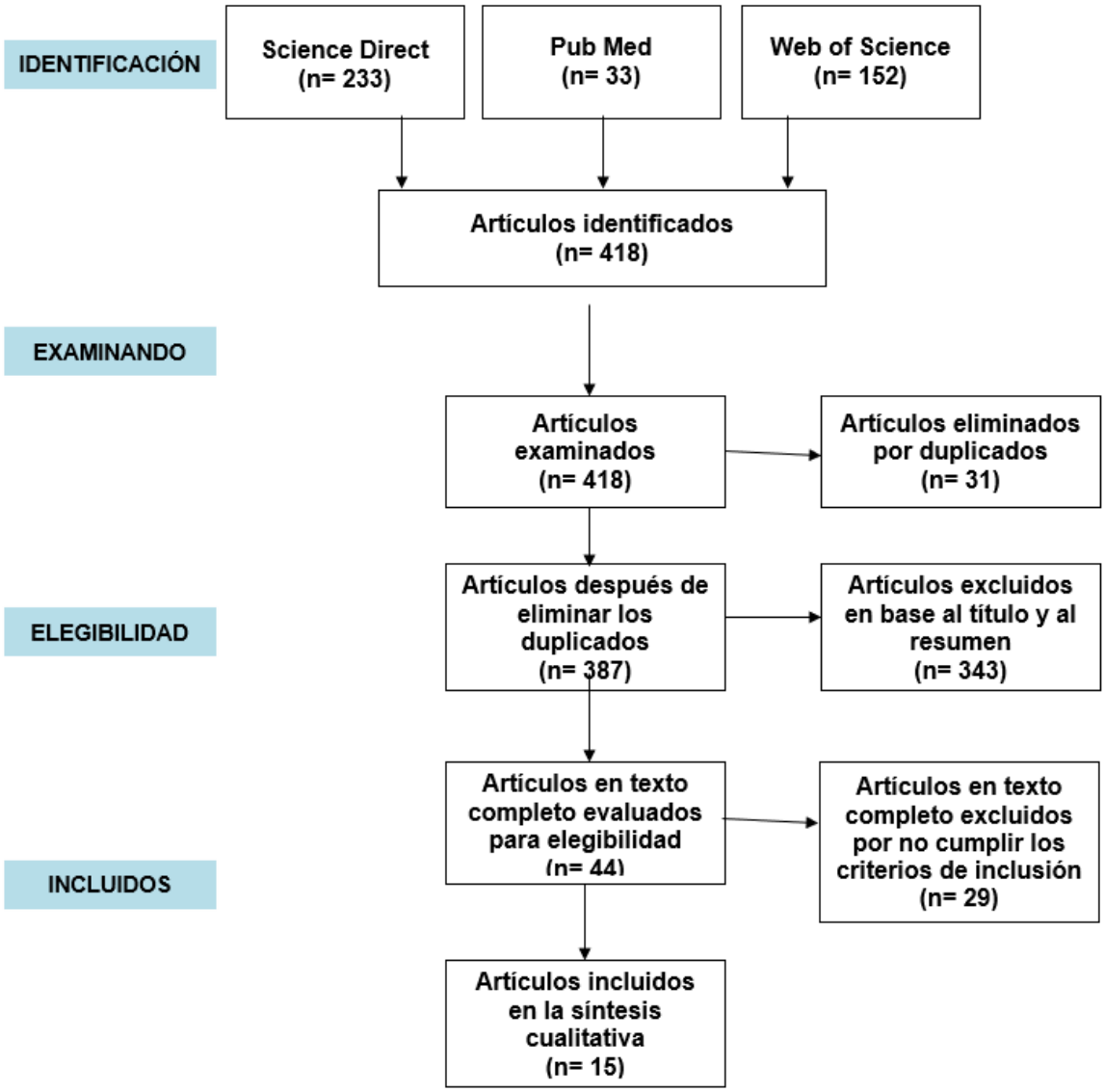


Figura 3. (39) Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

Datos extraídos de los estudios individuales

Se recopilaron los siguientes datos: autor y año, población de estudio, tipo de estudio, diagnóstico periodontal, intervención (grupo control: RAR solo o con uso de placebo y grupo de estudio RAR + coadyuvante); método de aleatorización, cegamiento, visitas de seguimiento, estandarización del o los operadores y los resultados de la aplicación de los diferentes coadyuvantes, estos datos se pueden observar en:Tabla 3, 4, 5.

Características descriptivas de los estudios

Diseño del estudio y población

Los 15 estudios seleccionados tienen un diseño en paralelo, en cada estudio se aplicó el mismo protocolo de instrumentación subgingival en el grupo control como en el o los grupos de prueba, en el entorno clínico 14 fueron en clínicas universitarias y solo Mehravani M, et al. 2024 (54) reporta ser en práctica privada. Elsadek M. et al. 2022 (47), se enfocó en la población geriátrica, todos excluyen a pacientes con enfermedades sistémicas. Seis artículos mencionan en sus criterios de selección la exclusión de pacientes fumadores: Ramos T. el al. 2021 (44), Poulose M. et al. 2023 (46), Rapone B. et al 2022 (50), Patyna M, et al. 2021 (53), Şahín T. et al. 2024 (56) y Burcea A. et al 2022 (57). Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado y se podían retirar voluntariamente, Tabla 3.

Tabla 3. Características de los estudios

Autor, año	Población	Grupos control	Terapia coadyuvante	Aleatorización	Enmascaramiento	Seguimiento	Estandarización
Alkimavicien, 2022	23 control 23 prueba	RAR (solo)	proantocianidinas	Aleatorización simple sin restricciones. Aleatorización generada por computadora.	Simple ciego	8 semanas	La calibración del examinador se realizó mediante el coeficiente kappa de Cohen (≥0,85).
Ramos TC. 2021	15 control 15 prueba 15 prueba	RAR (solo)	Antibiótico y probiótico	Secuencia aleatoria simple sobres marrones/opacos y sellados.	Simple ciego	30 y 90 días	El examinador fue calibrado midiendo la profundidad de sondaje y el nivel de inserción clínica de diez pacientes dos veces en un intervalo de 48 horas hasta alcanzar una concordancia del 90% en las mediciones.
Morales A. 2021	15 control 16 prueba 16 prueba	RAR + placebo	Antibiótico y probiótico	Aleatorización simple sobres opacos y sellados	Triple ciego	3, 6, 9, 12 meses	Todas las mediciones fueron realizadas por un examinador calibrado (AM).
Poulose M. 2023	31 control 31 prueba	RAR (solo)	Probiótica	-	Simple ciego	12 semanas	La calibración intraexaminador se realizó mediante el análisis de las mediciones clínicas en 10 sitios dos veces, con 24 horas de diferencia, antes de comenzar el estudio.
Elsadek M. 2022	30 control 30 prueba	RAR (solo)	Láser de diodo	Método de lanzamiento de moneda sobres sin sellar.	Doble ciego	3, 6 meses	-
Ilyes I. 2023	33 control 33 prueba 33 prueba	RAR + placebo	Antibiótico	La aleatorización se realizó mediante un generador de números	Simple ciego	3, 6 meses	La calibración intraexaminador para la prueba de confiabilidad resultó en κ = 0,92 para mediciones repetidas de PPD y CAL en dos cuadrantes de cinco pacientes.
Parhizkar P. 2024	35 control 35 prueba	RAR + placebo	Antibiótico	Aleatorización generada por computadora sobres opacos y sellados.	Doble ciego	1, 3 meses	La calibración del examinador se utilizó un coeficiente kappa de 0,85 o superior.
Rapone B. et al 2022	45 control 45 prueba	RAR (solo)	Ozono	una lista de números aleatorios generados por computadora.	Doble ciego	3, 6 meses	La calibración de los examinadores se realizó antes del estudio. Confiabilidad interexaminador del 80% y una reproducibilidad intraexaminador del 90%.
Annunziata 2023	12 control 12 prueba	RAR + placebo	Láser de diodo	Aleatorización generada por computadora, sin ninguna restricción. sobres opacos y sellados.	Simple ciego	3, 6 meses	El examinador realizó una sesión de calibración con una reproducibilidad intraexaminador del 98 % y del 81 % para diferencias de ±1 y ±0,5 mm, respectivamente.
Jebin A, 2021	15 control 15 prueba	RAR (solo)	Probiótico	Aleatorización según su secuencia de reporte al departamento por el coordinador del estudio.	Doble ciego	1, 3 meses	Examinador secundario calibrado ciego para ambos grupos de tratamiento
Patyna M. 2021	16 control 16 prueba 16 prueba	RAR (solo)	Luz Led	Aleatorización generada por computadora. de sobres sellados no transparentes	Simple ciego	3, 6 meses	La calibración del examinador se garantizó seleccionando a diez pacientes no incluidos en el estudio. Cada paciente tenía al menos dos pares de molares contralaterales con una profundidad de sondaje ≥ 5 mm. Los pacientes fueron examinados dos veces en 48 horas. Si las dos mediciones coincidían en el 90 % de los dientes examinados, se consideró que el examinador estaba calibrado.
Mehrabani M. 2024	10 control 10 prueba 10 prueba	RAR (solo)	Antibiótico	Aleatorización en bloques de 3 y 6 bloques para dividir las muestras.	Simple ciego	3 meses	Un médico calibrado, completamente ciego al tipo de tratamiento en cada uno de los grupos, evaluó los parámetros clínicos.
Cuk K. 2020	20 control 20 prueba	RAR + placebo	Antibiótico	Aleatorización generada por computadora	Doble ciego	7 días, 3, 6 meses	Un examinador experimentado y calibrado (RG) realizó un examen periodontal completo de cada paciente.
Sahin T. 2024	12 control 12 prueba 12 prueba	RAR (solo)	Probióticos	Proceso de aleatorización sobre cerrado	Simple ciego	1, 3 meses	-
Burcea A. 2022	44 control 45 prueba	RAR (solo)	Oxígeno hiperbárico	Aleatorizado simple, centralizada en grupos	-	1, 2 meses	Los autores siguieron capacitaciones de calibración para garantizar la precisión.

Información obtenida de los estudios individuales
RAR: raspado y alisado radicular, (-): no informa

Instrumentación subgingival

En todos los artículos tanto el grupo control como el o los grupos de prueba se beneficiaron de la misma terapia de RAR. Şahín T. et al. 2024 (56) es el único que no describe el procedimiento de instrumentación subgingival. La mayoría menciona una combinación de instrumentación ultrasónica y manual a excepción de cuatro de ellos: Ramos T. el al. 2021 (44), Poulose M. et al. 2023 (46), Annunziata M, et al. 2023 (51) y Mehravani M, et al. 2024 (54).

Tabla 4. Terapias coadyuvantes

Autor, año	Diagnóstico periodontal	Técnica de RAR	Coadyuvante
Alkimavicien, 2022	Periodontitis, Estadios III y IV, Generalizada, Gado A y B	Bajo anestesia local, RAR con instrumentos ultrasónicos y manuales (micro-curetas Gracey Hu Friedy) no dice duración	Chips de hidrogeles de colágeno con proantocianidinas (PACN), colocados subgingivalmente en bolsas periodontales.
Ramos TC. et al 2021	Periodontitis, Estadios III y IV, Grado B	Anestesia local: mepivacaína al 2 % con epinefrina 1:100000, RAR con instrumentos ultrasónicos en una sola sesión de aproximadamente 1 hora	500 mg de amoxicilina (Sanofi Medley®, Brasil) en cápsulas y 400 mg de metronidazol (Flagyl®, Sanofi Medley®, Brasil) en comprimidos recubiertos, tomados juntos cada ocho horas durante siete días
			Lactobacillus reuteri (DSM 17938 y ATCC PTA 5289) en una dosis de 2 x 10 UFC/tableta (200 millones de bacterias vivas de *Lactobacillus reuteri* por tableta) (BioGaia Prodentis - Lund, Suecia)
Morales A. et al 2021	Periodontitis, Estadio III,	RAR por cuadrante (de 4 a 6 sesiones con un raspador ultrasónico (Cavitron, Dentsply, York, PA, EE. UU.) y Curetas Gracey (Hu Friedy Mfg. Co.).	1 sobre (*Lactobacillus rhamnosus* SP1 (2×107 unidades formadoras de colonias/día) (Macrofood SA, Santiago, Chile) en 150 ml de agua e ingerirlo una vez al día después de cepillarse los dientes, durante 3 meses
			Cápsulas de azitromicina 500 mg una vez al día durante 5 días
Poulose M. et al 2023	Periodontitis, Estadio II o III, Grado B	Bajo anestesia local (lidocaína al 2% con epinefrina 1:100000) se realizó RAR con raspadores ultrasónicos seguido de un alisado radicular con curetas tipo Gracey.	(Vizylac Rich Sachet Brand: Torrent Pharmaceuticals Ltd., fabricado por Ordain Health Care Global Pvt. Ltd., Tamil Nadu, India), *Streptococcus faecalis, Clostridium butyricum, Bacillus mesentericus, Lactobacillus sporogenes y Saccharomyces boulardii*, (1 g de polvo en 0,5 ml de solución salina) para hacer una pasta. Después del RAR se aplicó, incrementos secuenciales de la pasta probiótica preparada en la bolsa hasta el margen gingival. Luego se administró un apósito periodontal.
Elsadek M. et al 2022.	Periodontitis, Estadio III, Grado C	RAR con instrumentos manuales y un raspador piezoeléctrico ultrasónico esterilizado (Cavitron Select SPC, DENTSPLY Professional, York, PA, EE. UU.), seguida de una sesión de pulido.	Láser de diodo HELBO® TheraLite (Bredent Medical, Alemania), cada participante se sometió a una sesión de terapia fotodinámica (TFD). Los parámetros del láser, como longitud de onda, área focal, densidad, potencia de salida y energía, se ajustaron a 670 nm, 0.028 cm2, 1.1 W/cm2, 100 mW y 150 MW, respectivamente. Se utilizó una concentración de azul de metileno al 0,005 % como fotosensibilizador.
Ilyes I. et al 2023	Periodontitis, Estadio III y IV, Grado	RAR con ultrasonido EMS Piezon® Master y elementos PerioSlim (EMS, Nyon, Suiza) y curetas manuales Gracey (Hu–Friedy #5/6; 7/8; 11/12; 13/14).	Aplicación de Gelcide® (Italmed, Firenze, Italia) según las instrucciones del fabricante.
			Aplicación de Ligosan® (Kulzer GmbH, Hanau, Alemania) según las instrucciones del fabricante.
Parhizkar P et al 2024	Periodontitis, Estadio III, Generalizada	RAR de toda la boca con el sistema Cavitron Ultrasound Dental Scaling. Posteriormente, se empleó instrumentación manual con una cureta subgingival (cureta Gracey SG 11/12, 5/6 o 13/14)	(Amoxicilina 500 mg y metronidazol 250 mg, tres veces al día) durante 7 días
Rapone B. et al 2022	Periodontitis, Estadios II y III	RAR con instrumentos ultrasónicos y manuales (curetas Gracey, Hu Friedy, Chicago, IL, EUA), bajo anestesia local.	Generador de ozono (Ozone DTA, Sweden & Martina Company; Carrara San Giorgio, Veneto, Italia) en 3 pasos: 1. Enjuague de 2 minutos con agua ozonizada en una proporción 1:3; Descontaminación de boca completa; Irrigación tópica con agua ozonizada; 1-2 ciclos de ozono a 8-10 potencias según las bolsas, bajo anestesia local. 2. Alisado radicular en cuadrantes; enjuague de 2 minutos con agua ozonizada en proporción 1:3; desbridamiento; 1-2 ciclos de ozono a 8-10 potencias según las bolsas, bajo anestesia local. 3. Mantenimiento: enjuague de 2 minutos con agua ozonizada en proporción 1:3; desbridamiento; 1-2 ciclos de gas ozono a 4-5 potencias en correspondencia con las bolsas, dos semanas después de finalizar el tratamiento.
Annunziata M. et al 2023	Periodontitis, Estadio II y III, Generalizada	RAR con ultrasonido piezocerámico (EMS, Electro Medical Systems, Nyon, Suiza) con puntas dedicadas (Piezon A, P, PS, EMS, Nyon, Suiza) se utilizó bajo irrigación de agua profusa con ajustes de potencia entre 50 y 80% durante 45-90 min.	Solución fotosensibilizadora de verde de indocianina (Emundo®, Suecia y Martina, Due Carrare, Padua, Italia) a una concentración de 1 mg/ml, se dejó permanecer en las bolsas durante 2 min y el exceso de solución se lavó de las bolsas antes de la irradiación láser. Posteriormente, se insertó una fibra óptica de bulbo de 300 µm de la unidad láser de diodo de 810 nm (Fox ARC, Suecia y Martina, Due Carrare, Italia) ajustada a 300 mw en modo pulsado (100 ms ON/100 ms OFF) a lo largo de la bolsa y se activó durante 30 s con movimientos verticales continuos desde el fondo de la bolsa hasta el margen gingival. 28 días después se repitió el procedimiento. Después de completar la fase de tratamiento, todos los dientes se pulieron supragingamente con una copa de goma y una pasta de pulido poco abrasiva (Nupro, Dentsply-Sirona, EE. UU.) en cada visita de seguimiento.

Jebin A, 2021	Periodontitis, Estadio II y III, Grado A y B	RAR utilizando un raspador ultrasónico (DTE D1 Ultrasonic scaler, Guilin woodpecker) y en áreas más profundas utilizando instrumentos manuales (curetas Gracey, Hu Friedy Mfg.) en una sola sesión.	Tabletas probióticas (que contienen L. reuteri UBLRu-87, 0.5 mil millones de UFC, Unique Biotech Ltd, Hyderabad, India). Una tableta masticable probiótica una vez al día (noche) después del cepillado dental por una duración de 1 mes desde el RAR inicial.
Patyna M. et al 2021	Periodontitis, Estadio II y III, Grado B	RAR mediante un dispositivo ultrasónico (EMS, Electro Medical Systems S.A., Nyon, Suiza) e instrumental manual (Hu-Friedy, Chicago, IL, EE. UU.) bajo anestesia local (Ultracain® D-S 1:200.000, Sanofi-Aventis, Alemania), se realizó en una sola cita, sin límite de tiempo	Fotosensibilizador (azul de toluidina O, Fotosan Agent®, CMS Dental ApS, Copenhague, Dinamarca) en las bolsas periodontales utilizando una punta aplicadora flexible y se dejó durante 60 s. Posteriormente, se utilizó un dispositivo LED (Fotosan®630, CMS Dental ApS, Copenhague, Dinamarca) con una longitud de onda de 628 nm (2000–4000 mW/cm2) subgingivalmente para irradiar el fotosensibilizador durante 10 s en cada lado del diente al finalizar cada bolsa periodontal se lavó con solución salina para eliminar el fotosensibilizador.
			Fotosensibilizador (azul de toluidina O, Fotosan Agent®, CMS Dental ApS, Copenhague, Dinamarca) en las bolsas periodontales utilizando una punta aplicadora flexible y se dejó durante 60 s. Posteriormente, se utilizó un dispositivo LED (Fotosan®630, CMS Dental ApS, Copenhague, Dinamarca) con una longitud de onda de 628 nm (2000–4000 mW/cm2) subgingivalmente para irradiar el fotosensibilizador durante 10 s en cada lado del diente al finalizar cada bolsa periodontal se lavó con solución salina para expulsar el fotosensibilizador. Se aplicó subgingivalmente un gel probiótico (ProlacSan® Gel 1,2 ml, 6 × 109 UFC) para rellenar la bolsa periodontal. Además, se indicó a los sujetos que tomaran una dosis oral de pastillas probióticas con una dosis diaria de 62,5 mg de *L. brevis* y 62,5 mg de *L. plantarum* (pastillas ProlacSan®, 1,2 × 109 UFC) al día durante 3 meses.
Mehravani M. et al 2024	Periodontitis, Estadio II, (Localizada o generalizada), Grado B.	RAR mediante el dispositivo ultrasónico	Comprimidos de metronidazol (250 mg cada 8 h durante 7 días) Se administró gel de metronidazol al 0,75 % (Parseh, Teherán, Irán) en tres bolsas del estudio, utilizando una jeringa con extremo no cortante, hasta que la bolsa se llenó por completo. Se recomendó a los pacientes no comer ni beber durante 2 horas después de recibir el gel. El gel fue reutilizado de la misma manera 1, 2 y 3 semanas después por la misma persona
Cuk K. et al 2020	Periodontitis, Estadio III o IV.	RAR con instrumentos ultrasónicos piezoeléctricos (escarificador ultrasónico PiezoLED con punta Piezo Scaler 203 (KaVo dental, Biberach, Alemania)) bajo anestesia local (Ultracain®, Hoechst, Francia) utilizando curetas Gracey (Hu-Friedy, EE. UU.) en dos sesiones de 1,5 h, realizadas por el mismo operador (SM) dentro de 7 días.	Azitromicina 500 mg/día durante 3 días
Sahin T. et al 2024	Periodontitis, Estadio I y II	RAR	Probióticos (Probest Defense Abdi İbrahimTM, Estambul, Turquía) en tableta masticable, una vez al día durante 14 días, entre las 9:00 a. m. y las 10:00 a. m. Después del desayuno, se les indicó a los pacientes que no comieran ni bebieran durante dos horas.
			kéfir (Atatürk Orman Çiftliği, Ankara, Turquía) (250 mL) una vez al día durante 14 días, entre las 9:00 a. m. y las 10:00 a. m. Después del desayuno, se les indicó a los pacientes que no comieran ni bebieran durante dos horas.
Brucea A. et al 2022	Periodontitis, LEVE A MODERADA, Estadio I y II.	RAR con los dispositivos EMS Piezon y EMS Air-Flow Master, seguido de alisado radicular manual en cada paciente seleccionado en 24 horas	20 sesiones de oxigenoterapia hiperbárica de una hora, con una presión aplicada de 1,4 ATM, en tres sesiones semanales. La terapia se realizó en una cámara hiperbárica monoplaza

Información obtenida de los estudios incluidos

Parámetros clínicos

Los parámetros clínicos que se incluyeron en esta síntesis son: nivel de inserción, profundidad de bolsa, sangrado al sondaje e índice de biopelícula.

Evaluación de la calidad metodológica

En cuanto a la evaluación de la calidad de la evidencia y la validez de los estudios incluidos se emplearon los criterios del sistema de clasificación de la calidad de la evidencia y graduación de la fuerza de recomendación (GRADE, por sus siglas en inglés, classification of quality of evidence and strength of recommendation) (66), Tabla 5. y la lista de verificación recomendada por el Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones de Higgins (42), Figura 2.

Evaluación de riesgo a sesgo

Se evaluó de forma independiente, por dos revisores, el riesgo a sesgo de cada estudio incluido en esta revisión utilizando la lista de verificación recomendada por el Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones de Higgins (42). Según los ítems: generación de la secuencia y ocultación de la asignación (sesgo de selección), cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de ejecución), cegamiento de los evaluadores de resultado (sesgo de detección), datos

completos de resultados (sesgo de deserción), notificación selectiva de resultados (sesgo de informe) y otras fuentes de sesgo (sesgo de conflicto de interés), los resultados se definieron como bajo riesgo, Figura 2.

Figura 2. Gráfico de riesgo a sesgo y resumen de riesgo

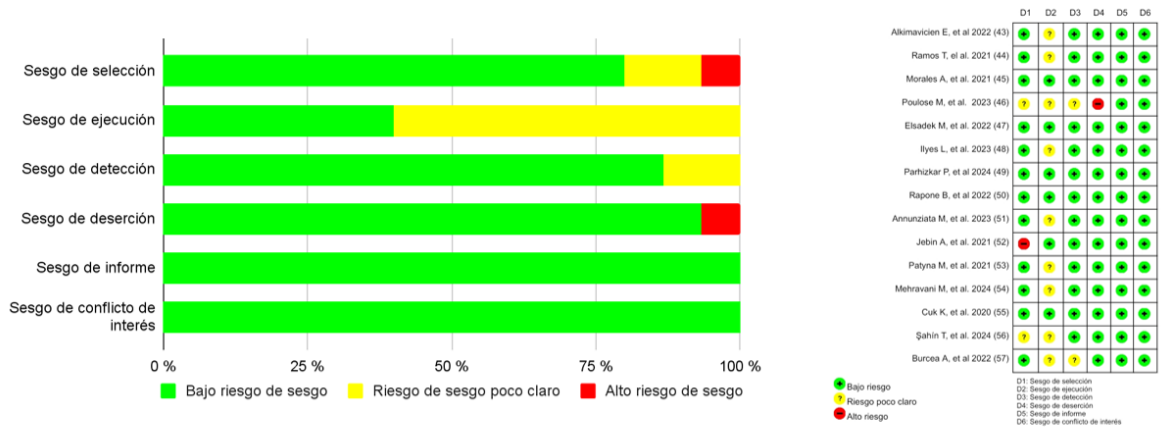


Tabla 5. Evaluación de la calidad del estudio

Estudio	Cálculo de la muestra 1= no especificado 2= Presente	Aleatorización 0= no presente 1= presente	Aleatorización (método) 0= inadecuado 1= adecuado	Enmascaramiento 0= no descrito 1= no claro 2= presente y descrito	Seguimiento 0= incompleto 1= otros métodos de análisis 2= completo	Concordancia 0= no presente 1= no claro 2= presente	Supuestos de prueba estadística 0= no presente 1= no claro 2= presente	Resultados 0= incompletos 1= completos	Total
Alkimavicien, 2022	1	1	1	2	2	2	1	1	11
Ramos TC. et al 2021	2	1	1	2	1	2	2	1	12
Morales A. et al 2021	1	1	1	2	2	2	2	1	12
Poulose M. et al 2023	1	0	0	1	1	1	2	1	7
Elsadek M. et al 2022.	1	1	1	2	2	2	2	1	12
Ilyes I. et al 2023	2	1	1	1	2	1	2	1	11
Parhizkar P et al 2024	2	1	1	2	2	2	2	1	13
Rapone B. et al 2022	2	1	1	2	2	2	2	1	13
Annunziata M. et al 2023	2	1	0	2	1	1	2	1	10
Jebin A. et al. 2021	2	1	0	2	2	2	2	1	12
Patyna M. et al 2021	2	1	0	2	2	2	2	1	12
Mehravani M. et al 20244	2	1	1	2	1	2	2	1	12
Cuk K. et al 2020	1	1	0	2	2	2	2	1	11
Sahin T. et al 2024	1	1	1	2	1	1	2	1	10
Brucea A. et al 2022	1	1	1	0	1	1	1	0	6

El valor máximo fue 13, y este valor se relaciono con la calidad del estudio.

DISCUSIÓN

El cambio en los parámetros clínicos periodontales es la principal medida a tomar en cuenta para verificar la eficacia del tratamiento periodontal (3). Se ha demostrado que el uso de coadyuvantes en el tratamiento periodontal ocasiona beneficios adicionales al potenciar la recuperación de los tejidos y disminuir la carga bacteriana. En esta investigación se evaluaron cinco terapias coadyuvantes: antioxidante (43), probiótica (44), (45), (46), (52), (56), , antibiótica (44), (45), (48), (49), (54), terapia fotodinámica (47), (51) y oxigenoterapia (50), (57) tomando como medida de

eficacia la mejoría de los parámetros clínicos. La terapia antioxidante se apoya del uso de proantocianidinas, las cuales son oligómeros o polímeros monoméricos producidos como producto final de la vía biosintética de los flavonoides. Se encuentran en diversas estructuras de las plantas (hojas, flores, frutos o semillas) (43). En cuanto a la terapia probiótica, son microorganismos que brindan un beneficio adicional, cuando se administran adecuadamente en un huésped (59). Poulose M. et al. 2023 (46) y Jebin A. et al. 2021 (52) concuerdan que su uso propicia un efecto positivo y un beneficio adicional que encaja con lo dicho por Oliveira et al 2021 (30) que menciona que se obtiene un efecto beneficioso con su uso y con Ramos et al 2018 (32) que refiere que ofrecen un beneficio clínico a corto plazo. Ramos T. el al. 2021 (44) y Morales A. et al. 2021 (45) comparan el uso de probióticos contra el de antibióticos y ambos están de acuerdo de que no se generó ningún beneficio adicional con ningún coadyuvante conclusión que contrasta con lo dicho por Sgolastra F et al, 2012 (35) que indica que la eficacia de los antimicrobianos está bien documentada y Oliveira et al 2021 (30) que alude que su uso adjunto sugiere un efecto positivo en los parámetros clínicos. Los estudios que utilizan terapia antibiótica, medicamentos que tratan las infecciones causadas por bacterias, ya sea matándolas o deteniendo su crecimiento y multiplicación, coinciden en que su uso difunde una mejora significativa en los parámetros clínicos Parhizkar P. et al 2024 (49), Mehravani M. et al. 2024 (54), Cuk K. et al. 2020 (55) ideas que coinciden con lo mencionado por Cionca N et al, 2009 (33) cuando señaló que producen una reducción en la profundidad de bolsa. La terapia fotodinámica, otra opción coadyuvante, se apoya del uso combinado de láseres o diodos emisores de luz (LED) con sustancias fotosensibilizadoras (61): Elsadek M. et al. 2022 (47), Annunziata M. et al. 2023 (51) y Patyna M. et al. 2021 (53) están de acuerdo en que reproducen una disminución significativa de los parámetros clínicos algo similar mencionan Wilson M et al, 1994 (37) y Muller C et al 2015 (38) que comentan que puede ser un complemento beneficioso. La oxigenoterapia se basa en un aumento, del mismo, en los tejidos generando resultados prometedores: Rapone B. et al 2022 (50) y Burcea A. et al 2022 (57) mencionan que pueden reducir la probabilidad de progresión, algo similar menciona Sánchez L et al, 2023 (31) que sostiene que se acelera la recuperación del tejido. Esta revisión sistemática también tuvo como objetivos identificar en qué momento de la terapia periodontal se optó por introducir el uso de algún coadyuvante e identificar el tiempo por el que fueron prescritos; el único estudio que utiliza un antioxidante Alkimavicien E, et al 2022 (43) lo aplica inmediatamente después del RAR en una única aplicación. En cuanto a la terapia probiótica Poulose M. et al. 2023 (46) utilizó una única dosis después del RAR algo distinto realizó Jebin A. et al. 2021 (52) al utilizar tabletas probióticas desde la finalización del RAR hasta por un mes después de este, por su parte Şahín T. et al. 2024 (56), en ambos grupos control, utilizó la terapia probiótica solo por 14 días, después del RAR. Dentro de la terapia antibiótica, todos los estudios refieren utilizarlo una vez terminada la instrumentación subgingival, Ilyes L. et al. 2023 (48) lo utilizó en una única aplicación, mientras que Parhizkar P. et al 2024 (49) lo utilizó tres veces al día por 7 días, Mehravani M. et al. 2024 (54) en uno de sus grupos control lo utilizó tres veces al día por 7 días, mientras que en el otro hizo varias aplicaciones, al terminar el RAR y a la 1, 2 y 3 semanas después. Por su parte, Cuk K. et al. 2020 (55) lo utilizó una vez al día por 3 días. Dos artículos comparan el uso de antibióticos contra probióticos después del RAR: Ramos T. el al. 2021 (44) utiliza en un grupo de prueba antibiótico por 7 días y en el otro una única dosis probiótica, algo diferente realizó Morales A. et al. 2021 (45) pues en un grupo de prueba utiliza antibiótico por 5 días y en el otro probiótico, una dosis diaria por 3 meses. En la terapia fotodinámica, Elsadek M. et al. 2022 (47) aplicó una única sesión, inmediatamente después del RAR mientras que Annunziata M. et al. 2023 (51), después de la sesión inmediata, la repitió 28 días después. Algo muy diferente realizó Patyna M. et al. 2021 (53) quien tuvo dos grupos de prueba; en el primero realizó una única sesión inmediata después del RAR y en el segundo, después de la sesión inmediata, aplicó un probiótico de forma local y tabletas probióticas una vez al día por 3 meses. Los estudios que utilizan oxígeno como coadyuvante lo utilizan en formas diferentes por un lado Rapone B. et al 2022 (50) lo aplica en forma de ozono antes, durante y 2 semanas después del RAR mientras que Burcea A. et al 2022 (57) lo utiliza en forma de oxígeno, después del RAR en 20 sesiones de 1 hora, 3 sesiones por semana.

Según el análisis de resultados de cada estudio: Alkimavicien E, et al 2022 (43), el único estudio que utiliza un antioxidante, menciona que el uso complementario del mismo produce una ganancia adicional de nivel de inserción y una disminución de la profundidad de bolsa, esto en virtud de que poseen actividad antiinflamatoria y antimicrobiana; dentro de los estudios de los que solo se tiene un

grupo de prueba Poulose M. et al. 2023 (46) y Jebin A. et al. 2021 (52) utilizan probióticos como coadyuvantes: *Streptococcus faecalis, Clostridium butyricum, Bacillus mesentericus, Lactobacillus sporogenes y Saccharomyces boulardii y Lactobacillus reuteri* respectivamente y concuerdan que tienen un efecto positivo sumando un beneficio adicional, esto puede atribuirse a que poseen la capacidad de modificar la biopelícula oral ya que su mecanismo de acción actúa desde distintos ejes: compiten por nutrientes esenciales, alteran el pH, modulan la adhesión de otros patógenos a la superficie, producen sustancias antimicrobianas y modulan la respuesta inmune al disminuir las citocinas proinflamatorias y aumentar las antiinflamatorias (58), (59), (60); dos estudios mencionan el uso complementario de Láser de diodo: Elsadek M. et al. 2022 (47) concluye que su uso es eficaz a causa de una disminución significativa de los parámetros clínicos, por otro lado, Annunziata M, et al. 2023 (51) menciona que no hubo diferencias significativas en los parámetros clínicos; Patyna M, et al. 2021 (53) tuvo dos grupos de prueba: en el primero utilizó luz led como fotoactivador y en el segundo luz led + *Lactobacillus B.* y concluye que hubo una mejora significativa en los parámetros clínicos, comparados con el grupo control, pero no una diferencia significativa entre ellos, mejoría que puede adjudicarse a que el fotosensibilizador utilizado puede incorporarse a las bacterias diana y al ser activado con una luz de longitud de onda adecuada produce especies reactivas de oxígeno tóxico para las bacterias (62), (63); dentro de los estudios que mencionan el uso de antibióticos: Ilyes L. et al. 2023 (48) compara dos antibióticos locales concluyendo que los efectos fueron muy similares entre los grupos pero sugiere que se puede abstener o limitar su uso debido a que no hubo diferencias significativas contra el grupo control; por su parte Parhizkar P. et al 2024 (49) utiliza un antibiótico sistémico y menciona una mejora significativa en comparación con el grupo control; Mehravani M, et al. 2024 (54) compara el uso de metronidazol local y sistémico concluyendo que hay una mejoría de los parámetros clínicos y menciona que la instrumentación subgingival sigue siendo el estándar de oro; Cuk K, et al. 2020 (55) afirma una mejoría de los parámetros clínicos, utilizando antibiótico sistémico, sin embargo, menciona que a los 6 meses las mediciones igualan a la de el grupo control, éstos resultados positivos, relacionados al uso de antibióticos, se atribuyen a que las bacterias periodontopatógenas como la *Porphyromonas gingivalis, Aggregatibacter actinomycetemcomitans, Tannerella forsythia y Treponema denticola* son microorganismos susceptibles a los antibióticos utilizados en los estudios como la amoxicilina, metronidazol, azitromicina, doxiciclina y piperacilina/tazobactam; dos estudios comparan el uso de antibióticos sistémicos contra el uso de probióticos: Ramos T. el al. 2021 (44) menciona que, en cuanto a la reducción de la profundidad de bolsa, ninguno de los coadyuvantes produjo beneficios adicionales, mientras que Morales A. et al. 2021 (45) obtuvo conclusiones similares ya que concluye que los beneficios son inciertos dado a que no se produjeron beneficios adicionales ni con el antibiótico sistémico ni con el probiótico; dos estudios utilizan oxígeno como coadyuvantes por un lado Rapone B. et al 2022 (50) menciona que su uso complementario puede reducir la probabilidad de progresión como consecuencia de la activación de las proteínas protectoras del estrés oxidativo y a su acción directa sobre las bacterias anaerobias, disminuyendo así la inflamación, mientras que Burcea A. et al 2022 (57) concluye que no hay diferencias significativas con el grupo control, Tabla 5.

CONCLUSIONES

El tratamiento periodontal constituye un reto, en este influye la cooperación del paciente y las habilidades del clínico; es de vital importancia que el profesional esté actualizado y cuente con una base sólida de conocimientos para determinar el diagnóstico preciso de acuerdo a la clasificación actual de enfermedades y condiciones periodontales e identificar los auxiliares que tiene a su alcance, lo que permita seleccionar el tratamiento idóneo y por ende, mejorar los resultados de la terapia, el momento adecuado de su implementación y adaptarlo a cada paciente en particular, la comunicación con éste será determinante, llevando a cabo un interrogatorio minucioso previo.

-Los coadyuvantes con más evidencia son los antibióticos y dentro de ellos los que se ha comprobado que tienen mejores beneficios es la combinación de amoxicilina + metronidazol.

-En la implementación de probióticos, el primer factor a tomar en consideración, es la cooperación y compromiso del paciente ya que sus beneficios son más evidentes cuando el tratamiento se prolonga.

-La terapia fotodinámica, aun cuando es un auxiliar con resultados benéficos, no es un tratamiento tan convencional y requiere del uso de material especializado lo que limita su uso de forma convencional.

-Referente al uso de antioxidantes, dentro de esta revisión, se optó por utilizar chips locales no disponibles comercialmente.

-El uso de oxígeno como terapia coadyuvante aumenta el costo final del tratamiento para el paciente, no obstante no se descarta como un auxiliar en la terapia.

-El clínico debe tomar la decisión basada en evidencia con respecto al coadyuvante a prescribir al finalizar la fase I periodontal, esto con pensamiento crítico, enriqueciendo la experiencia, puesto que cada caso es distinto, lo cual exige una actualización constante para el beneficio del tratamiento y el bienestar del paciente.

Limitaciones

-El seguimiento es breve por lo que es necesario involucrar estudios con un seguimiento longitudinal más amplio para determinar así la influencia del uso de coadyuvantes en el mantenimiento de la estabilidad de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Marcuschamer E, Hawley CE, Speckman I, Díaz Romero RM, Nart Molina J. A lifetime of normal hormonal events and their impact on periodontal health. [cited 2026 May 20]; Available from: https://research-ebsco-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=632b4c54-f22d-38f3-89c2-7f0c31b33f1b
2. Cao J, Li Y, Liu W, Ma S, Pei D, Li A. Asociación entre periodontitis y preeclampsia: un análisis de aleatorización mendeliana bidireccional. Int Dent J [Internet]. 2024; 74(6):1438–46. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.identj.2024.05.004
3. Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, et al. Oral diseases: a global public health challenge. Lancet [Internet]. 2019;394(10194):249–60. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31146-8
4. GBD 2017 Colaboradores de Incidencia y Prevalencia de Enfermedades y Lesiones. Incidencia, prevalencia y años vividos con discapacidad a nivel mundial, regional y nacional en relación con 354 enfermedades y lesiones en 195 países y territorios, 1990-2017: un análisis sistemático para el Estudio de la Carga Mundial de Morbilidad 2017. Lancet [Internet]. 2018; 392(10159):1789–858. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7
5. Socransky SS, Haffajee AD. Periodontal microbial ecology. Periodontol 2000 [Internet]. 2005;38(1):135–87. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0757.2005.00107.x
6. Mombelli, A., Gmür, R., Gobbi, C. y Lang, N.P. (1994), *Actinobacillus actinomycetemcomitans en la* periodontitis adulta. I. Distribución topográfica antes y después del tratamiento. Revista de Periodoncia, 65: 820-826. https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1902/jop.1994.65.9.820
7. Mombelli, A. (2018). Colonización microbiana de la bolsa periodontal y su importancia para la terapia periodontal. *Periodoncia 2000*, *76*(1), 85–96. https://doi.org/10.1111/prd.12147
8. Ruchir B Patel, Sahil Batra, Shweta Halemani, Aditya G Rao, Manvi Chandra Agarwal, Shreya K Gajjar, et al. Maternal periodontitis prevalence and its relationship with preterm and low-birth weight infants: A hospital-based research. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2026 May 20];16(5):488–91. Available from: https://research-ebsco-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=ead53b37-f45c-3247-b821-3cc6e48db862

9. Al-Sharqi AJB, Abdulkareem A. Microbiological and Salivary Biomarkers Successfully Predict Site-Specific and Whole-Mouth Outcomes of Nonsurgical Periodontal Treatment. Journal of Clinical Medicine [Internet]. 2024 Jul 1 [cited 2026 May 20];13(14). Available from: https://research-ebsco-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=34401b9b-ebf6-3b65-9637-73d93d5ea072 https://doi.org/10.3390/jcm13144256
10. Van der Weijden GA (fridus), Dekkers GJ, Slot DE. El éxito de la terapia periodontal no quirúrgica en pacientes adultos con periodontitis: un análisis retrospectivo. Int J Dent Hyg [Internet]. 2019; 17(4):309–17. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/idh.12399
11. Vargas Casillas AP. Periodontología e Implantología [Internet]. Editorial Médica Panamericana; 2022 [cited 2026 May 20]. Available from: https://research-ebsco-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=d344b407-4be2-3564-9d95-40a4a8670bd3
12. Cobb CM. Terapia de bolsillo no quirúrgica: mecánica. Ann Periodontol [Internet]. 1996; 1(1):443–90. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1902/annals.1996.1.1.443
13. McNabb H, Mombelli A, Lang NP. Supragingival cleaning 3 times a week. The microbiological effects in moderately deep pockets: The microbiological effects in moderately deep pockets. J Clin Periodontol [Internet]. 1992;19(5):348–56. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-051x.1992.tb00658.x
14. Brochut PF, Marin I, Baehni P, Mombelli A. Predictive value of clinical and microbiological parameters for the treatment outcome of scaling and root planing. J Clin Periodontol [Internet]. 2005;32(7):695–701. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00730.x
15. Koshy G, Corbet EF, Ishikawa I. A full-mouth disinfection approach to nonsurgical periodontal therapy--prevention of reinfection from bacterial reservoirs. Periodontol 2000 [Internet]. 2004;36(1):166–78. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0757.2004.03678.x
16. Harper DS, Robinson PJ. Correlación de indicadores histométricos, microbianos y clínicos del estado de la enfermedad periodontal antes y después del alisado radicular. J Clin Periodontol [Internet]. 1987; 14(4):190–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-051x.1987.tb00966.x
17. Suvan J, Leira Y, Moreno Sancho FM, Graziani F, Derks J, Tomasi C. Instrumentación subgingival para el tratamiento de la periodontitis. Una revisión sistemática. J Clin Periodontol [Internet]. 2020; 47 Supl 22(S22):155–75. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/jcpe.13245
18. Aguilar Soto FE, Sosa Morales FJ, Bojórquez Anaya Y, Fontes García Z. Periodontitis una enfermedad multifactorial: Diabetes mellitus. Revista Iberoamericana de las Ciencias de la Salud [Internet] 2017 [citado 20/01/2022]; 6(11): [aprox. 25 p.]. Disponible en: Disponible en: https://www.rics.org.mx/index.php/RICS/article/download/51/234
19. Schulz, S.; Stein, J.M.; Schumacher, A.; Kupietz, D.; Yekta-Michael, S.S.; Schittenhelm, F.; Conrads, G.; Schaller, H.-G.; Reichert, S. Nonsurgical Periodontal Treatment Options and Their Impact on Subgingival Microbiota. J. Clin. Med. 2022, 11, 1187. https://doi.org/10.3390/jcm11051187
20. Matuliene G, Pjetursson BE, Salvi GE, Schmidlin K, Brägger U, Zwahlen M, et al. Influencia de las bolsas residuales en la progresión de la periodontitis y la pérdida de dientes: resultados tras 11 años de mantenimiento. J Clin Periodontol [Internet]. 2008; 35(8):685–95. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01245.x
21. Sbordone L, Ramaglia L, Gulletta E, Iacono V. Recolonization of the subgingival microflora after scaling and root planing in human periodontitis. J Periodontol [Internet]. 1990;61(9):579–84. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1902/jop.1990.61.9.579
22. Van der Weijden GAF, Dekkers GJ, Slot DE. Success of non-surgical periodontal therapy in adult periodontitis patients: A retrospective analysis. Int J Dent Hyg [Internet]. 2019;17(4):309–17. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/idh.12399
23. Zappa U, Smith B, Simona C, Graf H, Case D, Kim W. Root substance removal by scaling and root planing. J Periodontol [Internet]. 1991;62(12):750–4. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1902/jop.1991.62.12.750
24. Qué es Tratamiento Coadyuvante. Diccionario Médico. Clínica U. Navarra [Internet]. https://www.cun.es. [citado el 3 de marzo de 2025]. Disponible en: https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tratamiento-coadyuvante
25. Puzhankara, L., Banerjee, A.,Chopra, A., Venkitachalam, R., & Kedlaya, M. N. (2024).Efectividad de los probióticos en comparación con los antibióticos para tratar enfermedad

periodontal: revisión sistemática. Enfermedades bucales, 30,2820–2837. https://doi.org/10.1111/odi.14781
26. Haffajee AD, Teles RP, Socransky SS. Efecto de la terapia periodontal sobre la composición de la microbiota subgingival. Periodontol 2000 [Internet]. 2006; 42(1):219–58. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0757.2006.00191.x
27. Feres M, Figueiredo LC, Soares GMS, Faveri M. Antibióticos sistémicos en el tratamiento de la periodontitis. Periodontol 2000 [Internet]. 2015; 67(1):131–86. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/prd.12075
28. Graziani F, Karapetsa D, Alonso B, Herrera D. Tratamiento quirúrgico y no quirúrgico de la periodontitis: ¿cuántas opciones para una enfermedad? Periodontol 2000 [Internet]. 2017; 75(1):152–88. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/prd.12201
29. Mombelli A, Cionca N, Almaghlouth A, Decaillet F, Courvoisier DS, Giannopoulou C. Are there specific benefits of amoxicillin plus metronidazole in Aggregatibacter actinomycetemcomitans-associated periodontitis? Doublemasked, randomized clinical trial of efficacy and safety. J Periodontol 2013: 84: 715–724. DOI: 10.1902/jop.2012.120281
30. Oliveira AC do N, Sousa G de A, Santos N, Borges CD. Efeito clínico do uso de probióticos como adjuvante ao tratamento periodontal não cirúrgico da periodontite: revisão sistemática. Res Soc Dev [Internet]. 2021; 10(14):e149101421703. Disponible en: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21703
31. Sánchez Lozano J, Martínez Pizarro S. Eficacia de la terapia de oxígeno hiperbárico en periodontitis: Una revisión sistemática. Ustasalud [Internet]. 2023; 23(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.15332/us.v23i1.3059
32. Ramos-Perfecto, Donald, Berrocal-Medrano, Cinthia, Cuentas-Robles, Adelmo, Castro-Luna, Américo. Probióticos como posible apoyo en el tratamiento de la periodontitis crónica. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral [Internet]. 2018 Ago [citado 20 de febrero de 2025] ; 11(2): 112-115. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072018000200112&lng=en. http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072018000200112
33. Cionca N, Giannopoulou C, Ugolotti G, Mombelli A. Amoxicillin and metronidazole as an adjunct to full-mouth scaling and root planing of chronic periodontitis. J Periodontol [Internet]. 2009;80(3):364–71. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1902/jop.2009.080540
34. Guerrero, A., Griffiths, G. S., Nibali, L., Suvan, J., Moles, D. R., Laurell, L., & Tonetti, M. S. (2005). Beneficios complementarios de la amoxicilina sistémica y el metronidazol en el tratamiento no quirúrgico de la periodontitis agresiva generalizada: un ensayo clínico aleatorizado controlado con placebo. *Revista de periodoncia clínica*, *32*(10), 1096–1107. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00814.x
35. Sgolastra F, Gatto R, Petrucci A, Monaco A. Effectiveness of systemic amoxicillin/metronidazole as adjunctive therapy to scaling and root planing in the treatment of chronic periodontitis: a systematic review and meta-analysis. J Periodontol [Internet]. 2012;83(10):1257–69. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1902/jop.2012.110625
36. Silveyra Estefanía, Pereira Vanesa, Asquino Natalia, Vigil Gabriela, Bologna Ronell, Bueno Luis et al . Probióticos y enfermedad periodontal. Revisión de la literatura. Int. j interdiscip. dent. [Internet]. 2022 Abr [citado 2025 Mar 03] ; 15(1): 54-58. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-55882022000100054&lng=es. http://dx.doi.org/10.4067/S2452-55882022000100054.
37. Wilson M. Bactericidal effect of laser light and its potential use in the treatment of plaque-related diseases. Int Dent J . Abril de 1994;44(2), 181–9. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8063441/
38. Müller Campanile VS, Giannopoulou C, Campanile G, Cancela JA, Mombelli A. Single or repeated antimicrobial photodynamic therapy as adjunct to ultrasonic debridement in residual periodontal pockets: clinical, microbiological, and local biological effects. Lasers Med Sci [Internet]. 2015;30(1):27–34. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s10103-013-1337-y
39. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The P. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med [Internet]. 2009;6(7). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed1000097

40. Vargas Casillas AP, Yáñez Ocampo BR. Clasificación de enfermedades y condiciones periodontales y periimplantarias 2018. Primera parte. Rev Odontol Mex [Internet]. 2022;25(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.22201/fo.1870199xp.2021.25.1.82268
41. Alvear Fanny Stella, Vélez María Eugenia, Botero Leticia. Factores de riesgo para las enfermedades periodontales. Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2010 Dec [cited 2025 Apr 03] ; 22(1): 109-116. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2010000200012&lng=en
42. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ [Internet]. 2011;343(oct18 2):d5928. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1136/bmj.d5928
43. Alkimavičienė E, Pušinskaitė R, Basevičienė N, Banienė R, Savickienė N, Pacauskienė IM. Efficacy of proanthocyanidins in nonsurgical periodontal therapy. Int Dent J [Internet]. 2023;73(2):195–204. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.identj.2022.08.006
44. Ramos TC de S, Boas MLV, Nunes CMM, Ferreira CL, Pannuti CM, Santamaria MP, et al. Efecto de las terapias sistémicas con antibióticos y probióticos como tratamientos adyuvantes de la instrumentación subgingival para la periodontitis: un estudio clínico controlado aleatorizado. J Appl Oral Sci [Internet]. 2022; 30: e20210583. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/1678-7757-2021-0583
45. Morales A, Contador R, Bravo J, Carvajal P, Silva N, Strauss F-J, et al. Clinical effects of probiotic or azithromycin as an adjunct to scaling and root planning in the treatment of stage III periodontitis: a pilot randomized controlled clinical trial. BMC Oral Health [Internet]. 2021;21(1):12. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s12903-020-01276-3
46. Poulose M, Gujar D, Panicker S, Rokade S, Guruprasad M, Gopalakrishnan D. Efficacy and viability of subgingival application of probiotics as an adjunct to scaling and root planing in periodontitis. Indian J Dent Res [Internet]. 2024;35(1):59–64. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/ijdr.ijdr_533_23
47. Elsadek MF, Farahat MF. Effectiveness of photodynamic therapy as an adjunct to periodontal scaling for treating periodontitis in geriatric patients. Eur Rev Med Pharmacol Sci [Internet]. 2022;26(6):1832–8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.26355/eurrev_202203_28327
48. Ilyes I, Rusu D, Rădulescu V, Vela O, Boariu MI, Román A, et al. A placebo-controlled trial to evaluate two locally delivered antibiotic gels (piperacillin plus tazobactam vs. Doxycycline) in stage III-IV periodontitis patients. Medicina (Kaunas) [Internet]. 2023;59(2). Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/medicina59020303
49. Parhizkar P, Yaghini J, Fakheran O. Patient-reported outcomes following systemic antibiotic adjunct to nonsurgical treatment of periodontitis: A randomized controlled clinical trial. Clin Exp Dent Res [Internet]. 2025;11(1):e70067. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1002/cre2.70067
50. Rapone B, Ferrara E, Santacroce L, Topi S, Gnoni A, Dipalma G, et al. The gaseous ozone therapy as a promising antiseptic adjuvant of periodontal treatment: A randomized controlled clinical trial. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2022;19(2):985. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19020985
51. Annunziata M, Donnarumma G, Guida A, Nastri L, Persico G, Fusco A, et al. Clinical and microbiological efficacy of indocyanine green-based antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to non-surgical treatment of periodontitis: a randomized controlled clinical trial. Clin Oral Investig [Internet]. 2023;27(5):2385–94. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00784-023-04875-w
52. Jebin AA, Nisha KJ, Padmanabhan S. Oral microbial shift following 1-month supplementation of probiotic chewable tablets containing Lactobacillus reuteri UBLRu-87 as an adjunct to phase 1 periodontal therapy in chronic periodontitis patients: A randomized controlled clinical trial: A randomized controlled clinical trial. Contemp Clin Dent [Internet]. 2021;12(2):121–7. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/ccd.ccd_135_20
53. Patyna M, Ehlers V, Bahlmann B, Kasaj A. Effects of adjunctive light-activated disinfection and probiotics on clinical and microbiological parameters in periodontal treatment: a randomized, controlled, clinical pilot study. Clin Oral Investig [Internet]. 2021;25(6):3967–75. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00784-020-03727-1

54. Mehravani M, Houshyar E, Jamalnia S, Gharaaghaji R. Effects of local and systemic metronidazole as adjunctive treatment in chronic periodontitis patients. Clin Exp Dent Res [Internet]. 2024;10(6):e70050. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1002/cre2.70050
55. Čuk K, Povšič K, Milavec S, Seme K, Gašperšič R. Influence of adjunctive azithromycin on microbiological and clinical outcomes in periodontitis patients: 6-month results of randomized controlled clinical trial. BMC Oral Health [Internet]. 2020;20(1):241. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s12903-020-01209-0
56. Şahin T, Akca G, Özmeriç N. The role of probiotics for preventing dysbiosis in periodontal disease: a randomized controlled trial. Turk J Med Sci [Internet]. 2024;54(1):357–65. Disponible en: http://dx.doi.org/10.55730/1300-0144.5798
57. Burcea A, Mihai LL, Bechir A, Suciu M, Bechir ES. Clinical assessment of the hyperbaric oxygen therapy efficacy in mild to moderate periodontal affections: A simple randomised trial. Medicina (Kaunas) [Internet]. 2022;58(2):234. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/medicina58020234
58. Gupta V, Garg R. Probiotics. Indian J Med Microbiol [Internet]. 2009;27(3):202–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/0255-0857.53201
59. Gatej S, Gully N, Gibson R, Bartold PM. Probiotics and Periodontitis - A Literature Review. Journal of the International Academy of Periodontology [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2026 May 20];19(2):42–50. Available from: https://research-ebsco-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=f602070d-7c05-3dfe-b3a5-ac65435dddaf
60. Soskolne WA. Administración subgingival de agentes terapéuticos en el tratamiento de enfermedades periodontales. Crit Rev Oral Biol Med 1997;8:164-74.
61. Soukos NS, Goodson JM (2011) Photodynamic therapy in the control of oral biofilms. Periodontol 2000 55:143–166. https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2010.00346.x
62. De Paula Eduardo C, de Freitas PM, Esteves-Oliveira M, Aranha ACC, Ramalho KM, Simões A, et al. Laser phototherapy in the treatment of periodontal disease. A review. Lasers Med Sci [Internet]. 2010;25(6):781–92. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s10103-010-0812-y
63. Pfitzner A, Sigusch BW, Albrecht V, Glockmann E. Killing of periodontopathogenic bacteria by photodynamic therapy. J Periodontol [Internet]. 2004;75(10):1343–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1902/jop.2004.75.10.1343
64. Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL Jr. Microbial complexes in subgingival plaque. Journal of clinical periodontology [Internet]. 1998 Feb 1 [cited 2025 Oct 29];25(2):134–44. Available from: https://research-ebsco-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=0837beb9-8b62-3631-954d-a71ada5cfef4
65. Estilo Vancouver [Internet]. Uam.es. 2015 [citado el 7 de octubre de 2025]. Disponible en: https://biblioguias.uam.es/citar/estilo_vancouver
66. Aguayo-Albasini JL, Flores-Pastor B, Soria-Aledo V. Sistema GRADE: clasificación de la calidad de la evidencia y graduación de la fuerza de la recomendación. Cir Esp [Internet]. 2014;92(2):82–8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2013.08.002
67. Sanz M, Herrera D, Kebschull M, Chapple I, Jepsen S, Beglundh T, et al. Treatment of stage I-III periodontitis-The EFP S3 level clinical practice guideline. J Clin Periodontol [Internet]. 2020;47 Suppl 22(S22):4–60. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/jcpe.13290
68. Niklaus P. Lang, Tord Berglundh, William V. Giannobile, Mariano Sanz. Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry [Internet]. Seventh edition. [Place of publication not identified]: Wiley-Blackwell; 2021 [cited 2026 May 20]. Available from: https://research-ebsco-com.pbidi.unam.mx:2443/linkprocessor/plink?id=e0b1addb-efec-346f-9a9b-e9c547c6a285

EXPERIENCIAS DE ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA EN EL USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA INTEGRIDAD ACADÉMICA Y LA DETECCIÓN DE PLAGIO

Juana Maygualidia Aguilar Gutierrez[1], Dolly Marlene Blanco Borjas[2], María Susana González Velázquez[2], Luis Antonio García Benítez[2] y Diana Laura Molina Avilez[1]

[1]Instituto de Ciencias de la Salud, UAEH, [2]Faculta de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.
juana_aguilar@uaeh.edu.mx

RESUMEN

En la educación superior, la integración de tecnologías digitales constituye una estrategia relevante para fortalecer la calidad académica, promover la ética y desarrollar competencias digitales. En la formación de enfermería, el uso responsable de la información y la prevención del plagio adquieren especial relevancia debido a su impacto en el ejercicio profesional. Las herramientas digitales orientadas a la detección de similitud y al aprendizaje de normas de citación, como los estilos APA y Vancouver, representan recursos útiles para fomentar la integridad académica.

El objetivo del estudio fue describir las experiencias de estudiantes de enfermería en el uso de herramientas digitales orientadas a la integridad académica y evaluar su efectividad en el fortalecimiento de competencias relacionadas con la citación y la prevención del plagio.

Se realizó un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo y alcance cuasi experimental en una universidad pública. La muestra estuvo conformada por 346 estudiantes de primer año de la licenciatura en enfermería. Se aplicó un cuestionario estructurado basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica, integrado por 11 preguntas sociodemográficas y 34 ítems tipo Likert organizados en cinco dimensiones: utilidad percibida, facilidad de uso, actitud, satisfacción y transferencia del conocimiento. La confiabilidad del instrumento fue alta, con un alfa de Cronbach superior a 0,90. Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva y la prueba t de Student para comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención educativa.

Los estudiantes reportaron una percepción favorable respecto al uso de recursos digitales, considerándolos accesibles y fáciles de utilizar, principalmente mediante dispositivos móviles. Asimismo, se identificó una elevada valoración sobre su utilidad para comprender contenidos relacionados con la integridad académica y la detección de plagio, además de una actitud positiva hacia su uso continuo y altos niveles de satisfacción. La prueba t de Student mostró una diferencia estadísticamente significativa en el conocimiento y uso adecuado de los formatos APA y Vancouver antes y después de la intervención ($p = 0,003$), evidenciando una mejora en las habilidades para aplicar correctamente dichos estándares de citación. De igual manera, los participantes manifestaron una adecuada autoeficacia para transferir los conocimientos adquiridos a contextos académicos y profesionales. No obstante, se identificaron limitaciones relacionadas con el acceso a dispositivos tecnológicos y conectividad, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la infraestructura digital institucional.

Se concluye que el uso de herramientas digitales, combinado con intervenciones educativas específicas, constituye una estrategia efectiva para promover la integridad académica y fortalecer las competencias de citación en estudiantes de enfermería. Los hallazgos resaltan la importancia de consolidar programas formativos orientados al uso ético de la información y garantizar el acceso equitativo a recursos tecnológicos, favoreciendo la formación de profesionales éticos, competentes y preparados para entornos académicos y laborales digitalizados.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital en la educación superior ha modificado de manera significativa las formas de acceso, producción y difusión del conocimiento científico. En la actualidad, las tecnologías digitales forman parte de los procesos educativos universitarios, favoreciendo el aprendizaje autónomo, el acceso a información científica y el desarrollo de competencias investigativas. En este contexto, las instituciones de educación superior enfrentan el desafío de formar profesionales capaces de utilizar la información de manera ética, crítica y responsable, especialmente en disciplinas relacionadas con las ciencias de la salud, donde la práctica profesional debe sustentarse en evidencia científica confiable y actualizada (Canova Barrios et al., 2023).

Desde esta perspectiva, la alfabetización académica y digital se ha consolidado como un componente esencial en la formación universitaria. La alfabetización académica implica no solo el aprendizaje de habilidades de lectura y escritura, sino también la apropiación de normas, prácticas y convenciones propias de las comunidades científicas y disciplinares. Carlino (2005) señala que la escritura académica constituye una herramienta cognitiva que favorece la construcción del conocimiento y el desarrollo del pensamiento crítico.

En el ámbito de enfermería, el desarrollo de competencias investigativas resulta indispensable debido a que los futuros profesionales deben interpretar evidencia científica, elaborar documentos académicos y tomar decisiones fundamentadas en información validada. En este sentido, el aprendizaje de normas de citación como APA y Vancouver representa un elemento fundamental para fortalecer la integridad académica y prevenir prácticas relacionadas con el plagio académico.

Las normas APA y Vancouver constituyen dos de los principales sistemas utilizados en la producción científica. Mientras el estilo APA predomina en ciencias sociales y educativas, el estilo Vancouver es ampliamente empleado en las ciencias de la salud debido a la precisión y estructura requerida en la comunicación científica (López Camarena & Medina Esparza, 2020). Sin embargo, diversos estudios han identificado dificultades en estudiantes universitarios relacionadas con la elaboración de citas, referencias bibliográficas y paráfrasis, lo que incrementa el riesgo de plagio académico y limita el desarrollo de competencias investigativas.

De manera paralela, las tecnologías digitales han favorecido la incorporación de herramientas orientadas a la gestión de referencias bibliográficas, la organización de información científica y la detección de similitud académica. Entre estas herramientas destacan gestores bibliográficos como Zotero, plataformas virtuales, blogs académicos, videos interactivos y recursos multimedia, los cuales contribuyen al fortalecimiento de competencias informacionales y digitales (Roa Contreras et al., 2022).

No obstante, la incorporación de herramientas digitales en la educación superior también implica desafíos relacionados con el acceso tecnológico, la conectividad y las competencias digitales de los estudiantes. Diversos autores señalan que la efectividad de estas tecnologías depende no solo de su disponibilidad, sino también de la percepción de utilidad y facilidad de uso que los estudiantes desarrollan durante su experiencia educativa.

En este contexto, el Modelo de Aceptación Tecnológica (Technology Acceptance Model, TAM) propuesto por Davis (1989) constituye un referente teórico ampliamente utilizado para analizar la aceptación y adopción de tecnologías en entornos educativos. Este modelo establece que la intención de uso de una tecnología depende principalmente de la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida, variables que influyen directamente en la actitud y satisfacción de los usuarios frente a las herramientas tecnológicas.

Asimismo, la percepción estudiantil representa un elemento clave para comprender los procesos de aprendizaje mediados por tecnologías digitales, debido a que influye en la motivación, apropiación y transferencia del conocimiento. Desde una perspectiva educativa, la percepción se configura a partir

de las experiencias y significados construidos por los estudiantes dentro de su contexto formativo (Barraza Macías, 2023).

A pesar del creciente uso de herramientas digitales en la educación superior, persisten limitaciones relacionadas con el acceso a recursos tecnológicos, la alfabetización digital y la integración efectiva de estrategias orientadas a fortalecer la integridad académica en estudiantes universitarios. Asimismo, existe la necesidad de generar evidencia sobre la percepción y experiencia de estudiantes de enfermería respecto al uso de estas herramientas en contextos académicos reales.

En este sentido, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la experiencia de los estudiantes de enfermería en el uso de herramientas digitales para la integridad académica y la detección de plagio desde el enfoque del Modelo de Aceptación Tecnológica?

Por ello, el objetivo del presente estudio fue describir las experiencias de estudiantes de enfermería en el uso de herramientas digitales para la integridad académica y la detección de plagio, así como evaluar su efectividad en el fortalecimiento de competencias relacionadas con la aplicación de normas APA y Vancouver.

DESARROLLO TEÓRICO

Integridad académica

La integridad académica constituye uno de los principios fundamentales de la educación superior, debido a que promueve valores relacionados con la honestidad, la responsabilidad, la equidad y el respeto por la propiedad intelectual. En el ámbito universitario, estos principios orientan la producción y difusión del conocimiento científico, favoreciendo prácticas éticas durante los procesos de enseñanza-aprendizaje y la elaboración de trabajos académicos (Carter, 2006).

En las ciencias de la salud, particularmente en enfermería, la integridad académica adquiere una relevancia especial debido a que el ejercicio profesional debe sustentarse en evidencia científica confiable y en la toma de decisiones éticas. La producción científica contemporánea se encuentra profundamente influenciada por los avances tecnológicos y la digitalización del conocimiento, los cuales han transformado las formas de acceso, gestión y comunicación de la información científica. En consecuencia, las universidades enfrentan el desafío de formar profesionales capaces no solo de consumir información, sino también de producir conocimiento científico con rigor, ética y pertinencia social (Canova Barrios et al., 2023).

Desde esta perspectiva, la alfabetización académica se constituye como un proceso fundamental que permite a los estudiantes integrarse a las prácticas discursivas propias de su disciplina. Este concepto trasciende la adquisición de habilidades básicas de lectura y escritura, implicando la comprensión de los códigos, normas y convenciones que regulan la producción del conocimiento científico. Tal como señala Carlino (2005), la escritura académica no es únicamente una actividad técnica, sino una herramienta cognitiva que favorece la construcción del conocimiento y el pensamiento crítico.

Plagio académico

El plagio académico representa una de las principales problemáticas relacionadas con la integridad académica en la educación superior. Este fenómeno consiste en utilizar ideas, textos o producciones intelectuales de otros autores sin otorgar el reconocimiento correspondiente, vulnerando principios éticos y derechos de autor (Pithan & Vidal, 2013).

La expansión de las tecnologías digitales y el acceso inmediato a grandes volúmenes de información han incrementado los riesgos asociados al plagio académico. En muchos casos, los estudiantes

presentan dificultades relacionadas con la escritura académica, la citación de fuentes y el uso adecuado de referencias bibliográficas, lo que favorece prácticas inadecuadas en la elaboración de trabajos universitarios.

A pesar de la relevancia de las normas de citación, diversos estudios han evidenciado que los estudiantes universitarios presentan dificultades significativas en su comprensión y aplicación. Estas dificultades se manifiestan en errores en la elaboración de citas, referencias incompletas y limitaciones en la paráfrasis, lo que puede derivar en situaciones de plagio académico. En este sentido, el problema no radica únicamente en el desconocimiento técnico de las normas, sino también en la ausencia de una formación integral en escritura académica y competencias informacionales (López Camarena & Medina Esparza, 2020).

Ante esta problemática, las instituciones educativas han implementado estrategias orientadas a fortalecer la alfabetización académica y promover el uso ético de la información mediante programas de sensibilización, herramientas de detección de similitud y recursos digitales enfocados en la prevención del plagio (Eaton, 2022).

Herramientas digitales en educación superior

Las tecnologías digitales han transformado significativamente los procesos educativos en la educación superior, favoreciendo nuevas formas de enseñanza, aprendizaje y acceso al conocimiento científico. El uso de plataformas virtuales, recursos multimedia y herramientas digitales ha permitido fortalecer competencias relacionadas con la alfabetización digital, el aprendizaje autónomo y la investigación académica (Rosero Lozano, 2016).

En paralelo, la incorporación de tecnologías digitales ha transformado los procesos de producción académica, introduciendo herramientas que facilitan la gestión de la información y la elaboración de trabajos científicos. Entre estas herramientas, los gestores bibliográficos como Zotero han adquirido una relevancia creciente, ya que permiten organizar fuentes, automatizar citas y mejorar la eficiencia en la escritura académica. Según Roa Contreras et al. (2022), el uso de estos recursos contribuye al desarrollo de competencias investigativas y reduce la carga operativa asociada a la gestión de referencias bibliográficas.

En este contexto, las herramientas digitales orientadas a la integridad académica constituyen recursos relevantes para apoyar el aprendizaje de normas de citación, la gestión de referencias bibliográficas y la detección de similitud en documentos académicos. Entre estas herramientas destacan los gestores bibliográficos, plataformas educativas, blogs académicos, videos interactivos, infografías y software antiplagio.

No obstante, la integración de estas herramientas en los procesos de enseñanza-aprendizaje no está exenta de desafíos. Su uso efectivo depende de factores como el nivel de competencia digital de los estudiantes, la disponibilidad de recursos tecnológicos y el acompañamiento pedagógico brindado por los docentes. En muchos casos, los estudiantes experimentan dificultades técnicas que pueden afectar su experiencia de aprendizaje y generar percepciones negativas hacia el uso de estas herramientas.

Modelo de Aceptación Tecnológica

El Modelo de Aceptación Tecnológica (Technology Acceptance Model, TAM), propuesto por Davis (1989), constituye uno de los marcos teóricos más utilizados para analizar la aceptación y adopción de tecnologías en diferentes contextos, particularmente en el ámbito educativo.

Este modelo establece que la intención de uso de una tecnología depende principalmente de dos variables: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. La utilidad percibida hace referencia al grado en que una persona considera que el uso de una herramienta tecnológica mejorará su

desempeño académico o profesional, mientras que la facilidad de uso percibida se relaciona con el nivel de esfuerzo requerido para utilizar dicha tecnología.

Posteriormente, el modelo incorporó variables relacionadas con la actitud hacia el uso, la satisfacción y la intención conductual, permitiendo analizar de manera más amplia los procesos de aceptación tecnológica en contextos educativos. Diversas investigaciones han confirmado que estos factores influyen significativamente en la disposición de los estudiantes para utilizar recursos digitales durante su formación académica (Lai, 2022).

Desde esta perspectiva, la percepción estudiantil emerge como un elemento clave para comprender los procesos educativos, debido a que influye directamente en la motivación, el aprendizaje y la apropiación del conocimiento. La percepción no constituye un reflejo objetivo de la realidad, sino una construcción derivada de las experiencias y condiciones del contexto educativo (Barraza, 2023).

Tecnologías digitales en la formación de enfermería

La formación en enfermería enfrenta actualmente el desafío de incorporar tecnologías digitales que fortalezcan las competencias académicas, clínicas e investigativas de los estudiantes. El uso de recursos tecnológicos en esta disciplina no solo favorece el aprendizaje teórico, sino también el desarrollo de habilidades relacionadas con la búsqueda, análisis e interpretación de información científica.

La competencia informacional se define como la capacidad de identificar necesidades de información, acceder a fuentes pertinentes, evaluar su calidad y utilizarla de manera ética y efectiva. En la sociedad del conocimiento, esta competencia se ha convertido en un requisito indispensable para el desarrollo académico y profesional, especialmente en disciplinas como la enfermería, donde la práctica clínica debe fundamentarse en evidencia científica actualizada (Negre Bennasar et al., 2018).

Asimismo, las herramientas digitales contribuyen al fortalecimiento de competencias relacionadas con la escritura académica, el pensamiento crítico y la toma de decisiones basadas en evidencia científica. Estas competencias resultan fundamentales para el ejercicio profesional de enfermería, especialmente en contextos donde la actualización constante del conocimiento representa una necesidad permanente.

Alfabetización académica y competencias digitales

La alfabetización académica se refiere al conjunto de habilidades necesarias para comprender, producir y comunicar conocimiento científico dentro de una comunidad académica. Este proceso incluye competencias relacionadas con la lectura crítica, la escritura académica, la búsqueda de información y el uso adecuado de referencias bibliográficas.

En la actualidad, la alfabetización académica se encuentra estrechamente vinculada con las competencias digitales, debido a que gran parte de los procesos educativos y de investigación se desarrollan mediante entornos virtuales y herramientas tecnológicas. Por ello, las universidades deben promover estrategias educativas orientadas al fortalecimiento de habilidades digitales que permitan a los estudiantes utilizar tecnologías de manera ética, crítica y responsable.

Desde una perspectiva pedagógica, estos desafíos evidencian la necesidad de diseñar estrategias educativas que integren de manera efectiva el uso de tecnologías digitales con el desarrollo de competencias académicas. Esto implica no solo enseñar el funcionamiento técnico de las herramientas, sino también promover su uso crítico y reflexivo en contextos reales de aprendizaje.

En estudiantes de enfermería, el desarrollo de competencias digitales favorece el acceso a información científica actualizada, la elaboración de trabajos académicos y la participación en

procesos de investigación. Asimismo, contribuye a fortalecer la integridad académica y prevenir prácticas relacionadas con el plagio académico.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo y alcance cuasi experimental en estudiantes de primer año de la licenciatura en enfermería de una universidad pública de la Ciudad de México. El estudio se fundamentó en el Modelo de Aceptación Tecnológica (Technology Acceptance Model, TAM), con la finalidad de describir las experiencias de los estudiantes en el uso de herramientas digitales para la integridad académica y la detección de plagio.

Participantes

La población estuvo conformada por 498 estudiantes de primer año de la licenciatura en enfermería de una universidad pública de la CDMX. La muestra quedó integrada por 346 estudiantes, correspondientes al 69% de la población total.

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Como criterios de inclusión se consideró: ser estudiante inscrito en el primer año de la licenciatura, participar en las actividades educativas relacionadas con herramientas digitales para integridad académica y aceptar participar voluntariamente mediante consentimiento informado.

Instrumento

Para la recolección de información se utilizó un cuestionario estructurado basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica. El instrumento estuvo integrado por 11 preguntas sociodemográficas y 34 ítems tipo Likert con cinco opciones de respuesta: totalmente de acuerdo, de acuerdo, neutral, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo.

El cuestionario se organizó en cinco dimensiones:

1. Utilidad percibida de las herramientas digitales.
2. Facilidad de uso de las herramientas digitales.
3. Actitud hacia el uso de herramientas digitales.
4. Satisfacción con el uso de herramientas digitales.
5. Autoeficacia y transferencia del conocimiento.

La prueba piloto fue aplicada en 35 estudiantes de cuarto año de la licenciatura en enfermería, con la finalidad de evaluar la claridad, coherencia y consistencia interna del instrumento.

La confiabilidad del cuestionario fue determinada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor global superior a 0.90, considerado adecuado para garantizar la consistencia interna del instrumento.

Procedimiento

La intervención educativa estuvo orientada al fortalecimiento de competencias relacionadas con integridad académica, prevención del plagio y aprendizaje de normas de citación APA y Vancouver.

Inicialmente, los participantes exploraron un blog académico diseñado específicamente para el estudio, en el cual se incorporaron herramientas digitales y materiales educativos como infografías, videos, cuadernillos digitales, ejercicios prácticos y recursos multimedia relacionados con integridad académica y detección de plagio.

Posteriormente, los estudiantes participaron en actividades educativas enfocadas en el uso ético de la información científica y la correcta aplicación de normas APA y Vancouver. Una vez concluida la intervención educativa, se aplicó el cuestionario autoadministrado en modalidad digital.

Asimismo, se realizó una evaluación antes y después de la intervención educativa con la finalidad de identificar cambios en el conocimiento y aplicación de normas de citación académica.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial utilizando el programa Statistical Software for Data Science (STATA) versión 17.

En una primera fase, se efectuó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y académicas de los participantes. Para las variables categóricas se calcularon frecuencias y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas se describieron mediante medidas de tendencia central y dispersión, específicamente media y desviación estándar.

Posteriormente, se analizaron las respuestas obtenidas en las cinco dimensiones del instrumento basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica: utilidad percibida, facilidad de uso, actitud hacia el uso de herramientas digitales, satisfacción y transferencia del conocimiento.

La consistencia interna del instrumento fue evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor global superior a 0.90, lo que evidenció una adecuada confiabilidad interna.

Para evaluar la efectividad de la intervención educativa relacionada con el aprendizaje de normas APA y Vancouver y el uso de herramientas digitales para la integridad académica, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, comparando los resultados obtenidos antes y después de la intervención educativa.

El nivel de significancia estadística establecido fue de $p < 0.05$. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en el conocimiento y aplicación de los formatos APA y Vancouver después de la intervención ($p = 0.003$), evidenciando una mejora en las competencias de citación académica y en el uso ético de la información científica.

RESULTADOS

El estudio contó con la participación de 346 estudiantes de primer año de la licenciatura en enfermería de una universidad pública de la Ciudad de México. En términos sociodemográficos, predominó el sexo femenino con un 55%, mientras que el 45% correspondió al sexo masculino. La edad promedio de los participantes fue de 19.5 ± 1.8 años (tabla1).

En relación con las condiciones académicas y tecnológicas, el 23% de los estudiantes reportó trabajar y estudiar simultáneamente. Asimismo, el 98% manifestó contar con acceso a internet en su hogar, lo que evidencia un alto nivel de conectividad entre los participantes.

Respecto al uso de dispositivos digitales, el teléfono móvil fue el principal recurso utilizado para acceder a las herramientas académicas digitales, representando el 97% de los casos, mientras que el uso de computadora y tableta fue considerablemente menor.

Tabla 1
Características sociodemográficas y tecnológicas de la población de estudio

Variable	n	%
Población total	346	100
Sexo femenino	190	55
Sexo masculino	156	45
Trabaja y estudia	79	23
Internet en casa	340	98
Estado civil soltero/a	340	98
Estado civil casado/a	6	2
Turno matutino	156	45
Turno vespertino	190	55
Uso de teléfono móvil	336	97
Uso de computadora	7	2
Uso de tableta	3	1

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a la accesibilidad de las herramientas digitales, la mayoría de los estudiantes percibió que tanto la búsqueda de materiales como el acceso a plataformas digitales fue fácil o muy fácil. El 90% de los participantes consideró accesible la búsqueda de herramientas digitales y el 92% señaló facilidad para ingresar a las plataformas desde distintos dispositivos (tabla 2).

Tabla 2
Percepción sobre accesibilidad y facilidad de uso de herramientas digitales

Variable	n	%
Facilidad para encontrar herramientas digitales		
Muy fácil	95	28
Fácil	216	62
Algo complicado	33	10
Facilidad para ingresar desde múltiples dispositivos		
Muy fácil	114	33
Fácil	203	59
Algo complicado	29	8

Nota. Elaboración propia.

Respecto a las dimensiones evaluadas mediante el Modelo de Aceptación Tecnológica, los estudiantes reportaron una percepción favorable sobre la utilidad, facilidad de uso, satisfacción y actitud hacia las herramientas digitales utilizadas durante la intervención educativa.

La dimensión mejor evaluada fue actitud hacia el uso de herramientas digitales, donde el 76% de los participantes manifestó estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con el uso de estos recursos en su formación académica. Asimismo, la dimensión de satisfacción presentó resultados favorables, con un 76% de respuestas positivas (tabla 3).

Por otro lado, la dimensión relacionada con autoeficacia y transferencia del conocimiento mostró el mayor porcentaje de respuestas neutrales, lo que sugiere la necesidad de fortalecer procesos de acompañamiento y práctica continua para consolidar el aprendizaje adquirido.

Tabla 3
Porcentaje de respuestas por dimensión del instrumento

Dimensión	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Utilidad percibida	31%	41%	15%	4%	9%
Facilidad de uso	28%	42%	16%	4%	10%
Actitud hacia el uso	34%	42%	14%	4%	5%
Satisfacción	32%	44%	16%	3%	5%
Transferencia del conocimiento	27%	43%	20%	5%	5%

Nota. Elaboración propia.

En relación con la efectividad de la intervención educativa, se observó una mejora significativa en el conocimiento y aplicación de normas APA y Vancouver antes y después de la intervención. La prueba t de Student para muestras relacionadas mostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.003$), evidenciando un fortalecimiento en las competencias de citación académica y en el uso ético de la información científica (tabla 4).

Tabla *4*
Comparación pretest y postest sobre conocimiento de normas APA y Vancouver

Variable	Pretest Media ± DE	Postest Media ± DE	t	p
Conocimiento sobre normas APA	6.8 ± 1.5	8.9 ± 1.2	3.12	0.003
Conocimiento sobre normas Vancouver	6.5 ± 1.7	8.7 ± 1.3	3.08	0.003

Nota. Elaboración propia.

Los hallazgos evidencian que el uso de herramientas digitales, combinado con intervenciones educativas orientadas a la integridad académica, favorece el aprendizaje de normas de citación y fortalece competencias relacionadas con el manejo ético de la información en estudiantes de enfermería.

Asimismo, aunque predominó una percepción positiva respecto al uso de recursos digitales, se identificaron limitaciones relacionadas con el acceso tecnológico y la conectividad en algunos estudiantes, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la infraestructura digital institucional y promover estrategias de acompañamiento tecnológico.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio evidencian que las herramientas digitales constituyen recursos educativos relevantes para fortalecer la integridad académica y favorecer el aprendizaje de normas de citación en estudiantes de enfermería. La percepción estudiantil mostró una valoración positiva respecto a la utilidad, accesibilidad y facilidad de uso de los recursos digitales empleados durante la intervención educativa, lo que permitió fortalecer competencias relacionadas con el manejo ético de la información científica.

Asimismo, la aplicación del Modelo de Aceptación Tecnológica permitió identificar que variables como la utilidad percibida, la facilidad de uso, la satisfacción y la actitud hacia las herramientas

digitales influyen de manera significativa en la aceptación y apropiación de estos recursos en contextos educativos universitarios.

La intervención educativa orientada al aprendizaje de normas APA y Vancouver mostró resultados favorables, evidenciándose diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el postest. Estos hallazgos sugieren que las estrategias educativas apoyadas en herramientas digitales contribuyen al fortalecimiento de competencias de citación académica y a la prevención del plagio académico.

No obstante, también se identificaron limitaciones relacionadas con el acceso tecnológico y la conectividad, particularmente en estudiantes que dependen exclusivamente de dispositivos móviles para acceder a recursos académicos. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la infraestructura tecnológica institucional y promover condiciones de acceso equitativo a herramientas digitales en la educación superior.

De igual manera, los resultados evidencian la importancia de continuar desarrollando programas educativos orientados a la alfabetización académica y digital, incorporando estrategias pedagógicas que integren recursos tecnológicos, actividades prácticas y acompañamiento docente continuo para favorecer el aprendizaje significativo y la transferencia del conocimiento a contextos académicos y profesionales.

En términos disciplinares, el fortalecimiento de competencias relacionadas con la integridad académica y el uso ético de la información científica resulta fundamental en la formación de profesionales de enfermería, debido a que contribuye al desarrollo de habilidades investigativas, pensamiento crítico y toma de decisiones sustentadas en evidencia científica confiable.

Finalmente, se recomienda desarrollar futuras investigaciones que incorporen diseños longitudinales y enfoques mixtos que permitan profundizar en el análisis de la experiencia estudiantil y evaluar el impacto de las herramientas digitales sobre el desempeño académico, la producción científica y las competencias investigativas en estudiantes universitarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barraza Macías, A. (2023). La investigación cualitativa: Enfoques, métodos y técnicas. Instituto Universitario Anglo Español.
2. Canova Barrios, C. J., Bonardi, M. C., & Machuca-Contreras, F. (2023). Conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes de ciencias de la salud hacia la investigación científica. Revista Luz, 22(4), 199-214.
3. Carlino, P. (2005). Escribir, leer y aprender en la universidad: Una introducción a la alfabetización académica. Fondo de Cultura Económica.
4. Carter, S. L. (2006). Integrity. Basic Books.
5. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340. https://doi.org/10.2307/249008
6. Eaton, S. E. (2022). Plagiarism in higher education: Tackling tough topics in academic integrity. ABC-CLIO.
7. Lai, P. C. (2022). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. Journal of Information Systems and Technology Management, 14(1), 21-38.
8. López Camarena, B. E., & Medina Esparza, F. (2020). Formato de la APA en estudiantes universitarios: Uso y consecuencias. En Innovación, evaluación y bienestar en la educación: Estrategias y desafíos actuales (Cap. 2.4). https://doi.org/10.61728/AE20240370
9. Negre Bennasar, F., Marín Juarros, V., & Pérez Garcías, A. (2018). La competencia informacional como requisito para la formación de docentes del siglo XXI. Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 22(1).
10. Pithan, L. H., & Vidal, T. R. A. (2013). O plágio acadêmico como um problema ético, jurídico e pedagógico. Direito & Justiça, 39(1), 77-82.

11. Roa Contreras, L. I., Díaz Bravo, T., & Estrada Durañona, L. (2022). Gestores de referencias bibliográficas y su impacto en las investigaciones académicas. e-Ciencias de la Información, 12(1). https://doi.org/10.15517/eci.v12i1.47067
12. Rosero Lozano, M. (2016). Uso de las TIC en la educación superior y su impacto en el aprendizaje. Revista Educación y Desarrollo Social, 10(2), 34-45.
13. Vargas-Murillo, G. (2019). Competencias digitales y educación superior: Retos para el aprendizaje universitario. Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior, 10(1), 88-105.

EVIDENCIA CLÍNICA DEL IMPACTO DE LA DIABETES MELLITUS TIPO II ASOCIADO A ENFERMEDAD PERIODONTAL: REPORTE DE CASO

Luz Elena Nápoles Salas, Francisco Javier Alcaraz Baturoni, Olga Rocío Manzo Palomera, Juan Ramón Gómez Sandoval, Carolina Solorio González, Jessica Paola Ibarra González, Sarah Monserrat Lomelí Martínez y Edgar Miguel Raúl Hernández Landeros

Universidad de Guadalajara
luz.napoles@academicos.udg.mx

RESUMEN

La diabetes mellitus tipo II constituye una de las enfermedades crónicas de mayor prevalencia a nivel mundial y se encuentra estrechamente relacionada con la enfermedad periodontal. La evidencia científica ha demostrado una interacción bidireccional entre ambas patologías, donde el descontrol glucémico favorece la progresión de la destrucción periodontal, mientras que la inflamación periodontal contribuye al deterioro del control metabólico. El presente reporte de caso tiene como objetivo describir las manifestaciones clínicas de la enfermedad periodontal en un paciente con diabetes mellitus tipo II, así como el abordaje terapéutico y los resultados obtenidos tras el tratamiento. Se presentan los hallazgos clínicos, radiográficos y periodontales que evidencian el impacto de la diabetes sobre los tejidos de soporte dental. Asimismo, se analiza la evolución clínica del paciente posterior a la terapia periodontal, destacando la importancia del manejo interdisciplinario para mejorar tanto la salud bucal como el control sistémico de la enfermedad. Este caso contribuye a reforzar la relevancia del diagnóstico temprano, la prevención y el tratamiento oportuno de la enfermedad periodontal en pacientes diabéticos, con el propósito de favorecer una mejor calidad de vida y reducir el riesgo de complicaciones asociadas.

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) mantiene una relación bidireccional con la enfermedad periodontal (EP), ya que las alteraciones sistémicas asociadas a esta condición afectan la función de neutrófilos, monocitos y linfocitos, modificando la actividad de citocinas y otros mediadores de la inflamación. Estos cambios favorecen una respuesta exacerbada frente a la agresión bacteriana característica de la enfermedad periodontal, lo que puede traducirse en pérdida de inserción clínica, inflamación gingival y reabsorción ósea. El objetivo de este trabajo fue demostrar el impacto de la DM2 en un paciente con enfermedad periodontal exacerbada, así como describir su abordaje terapéutico y evolución clínica.[1,2,3]

DESARROLLO DEL CASO CLÍNICO

Se presenta el caso de un paciente masculino de 60 años de edad que acudió a la clínica de periodoncia refiriendo movilidad dental en el sector anterior y sangrado gingival frecuente. En la historia clínica heredofamiliar se reportó antecedente materno de DM2. El paciente presenta DM2 con 25 años de evolución, en tratamiento con metformina de 850 mg y un multivitamínico (Pharmalife Natura), sin otras patologías sistémicas referidas. Durante la exploración intraoral se realizó la historia clínica periodontal, identificándose abundante cálculo dentario. Se efectuó un estudio radiográfico periapical digitalizado, cuyos hallazgos, junto con los datos clínicos, permitieron establecer el diagnóstico de periodontitis localizada estadio III, grado C.



1. Vista anterior de maxilar superior con presencia de cálculo en órganos dentarios, inflamación y supuración. Vista palatina de maxilar superior con presencia de cálculo e inflamación. Vista anterior de maxilar inferior con presencia de cálculo en órganos dentarios, recesión gingival e inflamación. Vista anterior de maxilar inferior post RC y RAR del cuadrante 4.

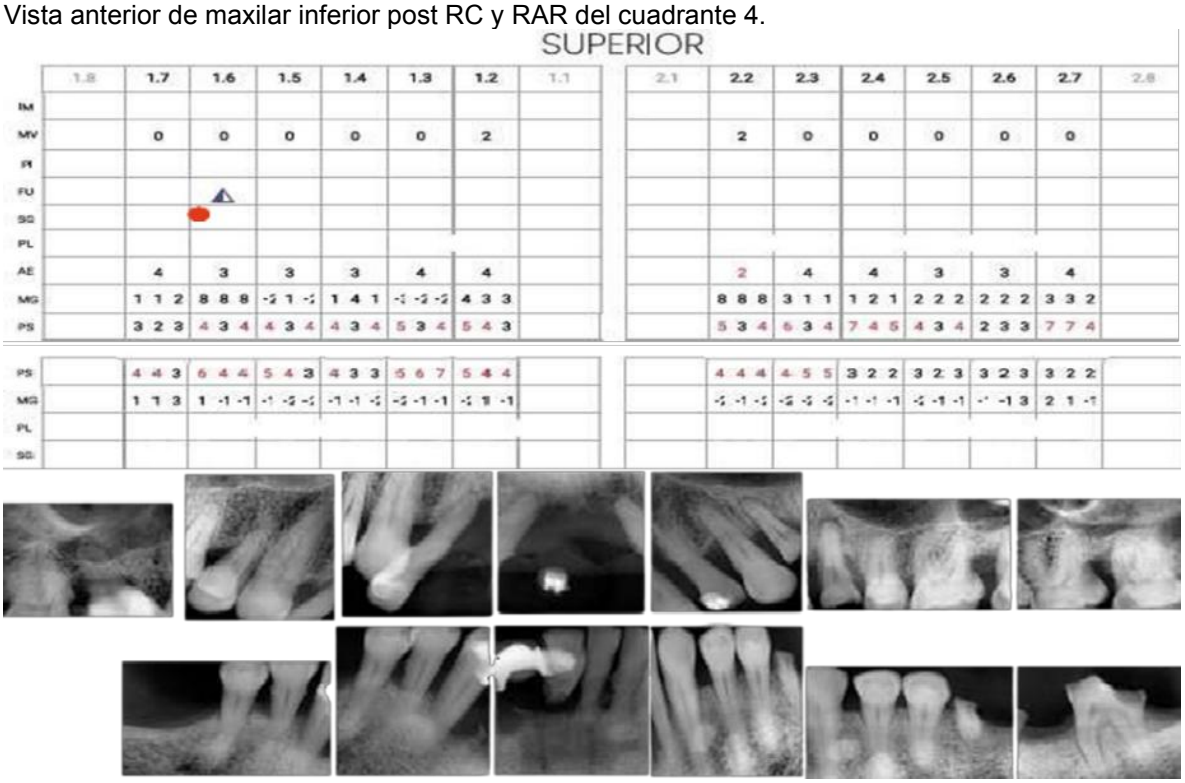


Figura. - 2 Peri odontograma arcada superior y estudio radiográfico

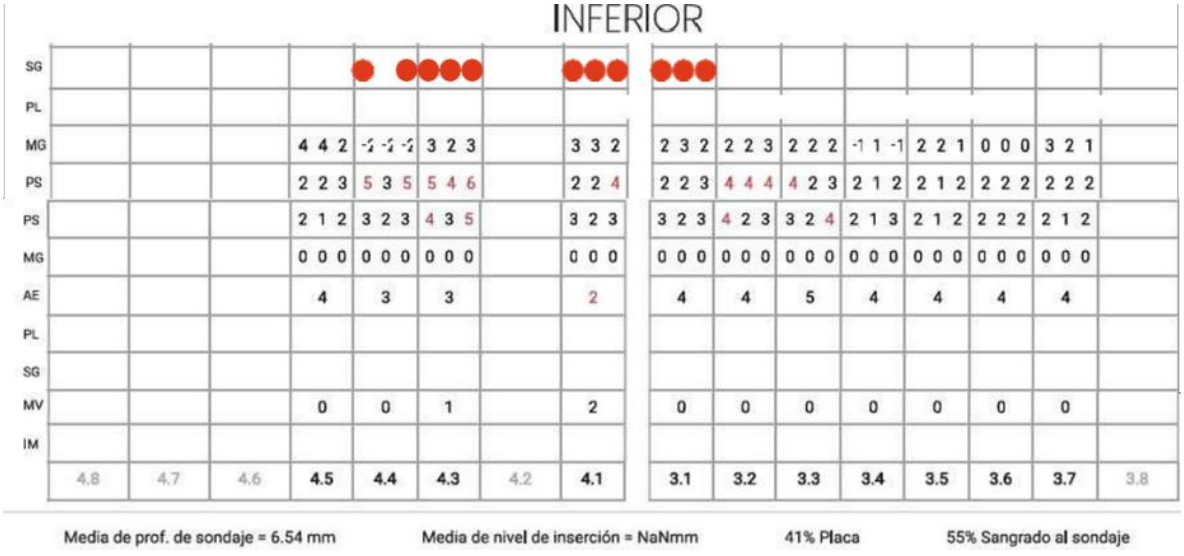


Figura. - 3Periodontograma con valores de Profundidad al sondeo (PS), sangrado (SG), margen gingival (MG), anchura de encía (AE), placa (PL), movilidad (MV).

RESULTADOS

Los resultados evidenciaron el impacto de la DM2 en la severidad de la enfermedad periodontal; sin embargo, mediante un abordaje periodontal no quirúrgico y el control metabólico adecuado de la DM2, se logró una mejoría significativa en el estado clínico periodontal del paciente.

CONCLUSIÓN

El plan de tratamiento consistió en fisioterapia oral, raspado coronal, pulido y aplicación tópica de flúor, seguido de revaloración clínica, raspado y alisado radicular por cuadrantes y fase de mantenimiento periodontal. Inicialmente se registró un índice de placa dentobacteriana (IPB) de 64.7%. Posteriormente se realizaron tres sesiones de raspado coronal, logrando reducir el IPB a 11.3% antes de la fase de pulido y fluoruración. En la revaloración periodontal persistían bolsas periodontales de 4 mm o más en los cuatro cuadrantes, por lo que se procedió al raspado y alisado radicular. De forma complementaria, se realizaron estudios metabólicos que reportaron hemoglobina glucosilada de 6.34% y glucosa sérica de 111 mg/dL.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chien WC, Fu E, Chung CH, Cheng CM, Tu HP, Lee WC, et al. Type 2 Diabetes Mellitus and Periodontitis: Bidirectional Association in Population-based 15-year Retrospective Cohorts.
2. J Clin Endocrinol Metab. 2023;108(11):e1289-e1297. doi:10.1210/clinem/dgad287. Nibali L,
3. Gkranias N, Mainas G, Di Pino A. Periodontitis and implant complications in diabetes. 2.-2.- 2.- Periodontol 2000. 2022;90:88-105. doi:10.1111/prd.12451.Albandar JM, Susin C, Hughes FJ. Manifestations of systemic diseases and conditions that affect the periodontal attachment apparatus: case definitions and diagnostic considerations. J Periodontol.
4. 2018;89(Suppl 1):S183-S203. doi:10.1002/JPER.16-0480. Păunică I, Giurgiu M, Dumitriu AS, 3.- Păunică S, Pantea Stoian AM, Martu M-A, Serafinceanu C. The bidirectional relationship between periodontal disease and diabetes mellitus—A review. Diagnostics. 2023;13(4):681. doi:10.3390/diagnostics13040681.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DIABETES MELLITUS TIPO 2 MEDIANTE FINDRISC EN ADULTOS DE 20 A 39 AÑOS

Xóchitl Azzeneth Romero Rodriguez[1,2], Jorge Luis Ayala Lujan[1,2], Raúl Adrian Martínez Orozco[1,2.]

[1]Maestría en Ciencias Biomédicas, UAZ.[2]Laboratorio de Patología y Diagnóstico Molecular, UAZ.
xochitl.romero@uaz.edu.mx

RESUMEN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica y crónica que se caracteriza por presentar hiperglucemias persistentes y se relaciona con el desarrollo de diversas patologías tales como enfermedad renal, retinopatía, enfermedades cardiovasculares, entre otras. Actualmente, 540 millones de personas en el mundo la padecen y se estima que, para el año 2045 esta cifra alcance los 785 millones. Cabe señalar que, en México, la prevalencia de esta condición es del 37%, siendo más común en el grupo etario de 40 años. En el año 2019, se reportaron más de 113, 000 muertes por enfermedades cardiovasculares, y 27 367 por enfermedad renal crónica (ERC) asociadas a DM2, lo que ratifica su estatus de problema de importancia médica global. Por esta razón, la Organización Mundial de Salud (OMS) propone diseñar herramientas que permitan identificar de manera precoz a los individuos con alto riesgo de desarrollarla, y generar estrategias individualizadas enfocadas en modificar el estilo de vida y prevenir su aparición. Entre estas herramientas destaca el test de FINDRISC, un cuestionario sencillo y no invasivo que, a través de 8 preguntas que contemplan parámetros antropométricos, antecedentes heredofamiliares, historial médico y estilo de vida, genera una puntuación que clasifica a los individuos según el riesgo estimado de desarrollar DM2 en los próximos diez años: <7 muy bajo riesgo, 7-11 riesgo bajo, 12-14 riesgo moderado, >15 riesgo alto. Esta prueba fue desarrollada en Finlandia, sin embargo, ha sido ampliamente utilizada, en protocolos de investigación y programas de salud pública en países como México, Colombia, Perú, España, Argentina, entre otros. En el presente trabajo, se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, y por selección al azar donde se reclutaron 41 sujetos, a quienes se aplicó el test de FINDRISC, para clasificarlos según el riesgo de desarrollar DM2. Del total de la muestra el 63.41% (26) fueron mujeres y 36.58% (15) hombres, las medias para la edad, el índice de Masa Corporal (IMC) y el perímetro abdominal (PA) fueron de 27.27 años (DE 5.16), 25.88 kg/m² (DE 4.64), y 83.47 cm (DE 18.33) respectivamente. El 48.78% (20) de los sujetos no consumían frutas ni verduras a diario, y más de la mitad (56%,23) no realizaban actividad física mínimo 30 minutos diarios. El 21.95% (9) de los participantes tenía antecedentes heredofamiliares de DM2 en primera línea. Con base en el test de FINDRISC la mayoría de los sujetos se clasificaron en: muy bajo y bajo riesgo (56.09% y 26.82%), sin embargo, un 14.65% presento un riesgo moderado y 2.35% riesgo alto. Cabe señalar que FINDRISC otorga una puntuación elevada a parámetros como la edad y los Antecedentes Heredofamiliares (AHF), y dado que los participantes son jóvenes y la mayoría de los AHF fueron de segundo grado; no se descartar la posibilidad de que en un futuro sus padres desarrollen DM2, lo que implicaría un incremento inmediato en la puntuación de riesgo, aunado al avance de la edad de los individuos. Por ende, resaltamos la necesidad de promover y fortalecer estilos de vida saludables, considerados pilares efectivos para la reducción del riesgo. Asimismo, los hallazgos enfatizan la utilidad del test FINDRISC como herramienta práctica y de gran valor en la evaluación temprana del riesgo de DM2, permitiendo orientar acciones preventivas oportunas en la población.

INTRODUCCIÓN

La DM2 es considerada una enfermedad metabólica y crónica caracterizada por presentar niveles elevados de glucosa en sangre de manera prolongada, se clasifica como una enfermedad no transmisible (ENT), que no tiene cura, pero puede controlarse1. Esta enfermedad tiene una alta prevalencia en la población a nivel mundial y las proyecciones a futuro son desalentadoras; en América es la tercera causa de muerte al año, al igual que en México. De acuerdo a los datos de la Federación Internacional de Diabetes (FID), en la actualidad 540 millones de personas a nivel

mundial padecen DM2 y se estima que, para el año 2045 esta cifra aumentará a 785 millones DM2, lo que representa una cifra alarmante2. En México el panorama no resulta más alentador, con una incidencia total en adultos del 18.3%, según datos reportados por la ENSANUT en 2022, cuya prevalencia es mayor en los grupos de 60 y más, y de 40-59 años con un total de 37% y 22.5% respectivamente[3].

La importancia de abordar de manera prioritaria el problema de la DM2, se debe principalmente, a que se relaciona con enfermedades cardiovasculares, como infartos y accidentes cerebrovasculares (EVC), nefropatía, retinopatía y neuropatía, pie diabético y algunos tipos de cáncer[4]. En 2020, a nivel global se reportaron 10 millones de muertes a causa de cáncer y 19 millones de casos nuevos de los cuales aproximadamente el 80% presentaban DM2 al momento del diagnóstico[5].Debido al problema tan importante que representan la DM2, organizaciones de salud como la OMS propone identificar de manera precoz a personas con alto riesgo de padecer o presentar dicha condición, en aras de evitar su aparición mediante la implementación de cambios en el estilo de vida, incluyendo una alimentación balanceada, hidratación adecuada, ejercicio regular y descanso óptimo[6].

Entre las herramientas validadas que existen en la actualidad, se encuentra la prueba FINDRISC, la cual se basa principalmente en la evaluación de parámetros antropométricos y de estilo de vida, y es considerada una herramienta de evaluación de riesgo accesible y efectiva, con niveles de sensibilidad de 78-81% y de especificidad del 76-77%, [7]. La presente investigación, tiene como objetivo, estimar el riesgo de desarrollar DM2 en una población de 20 a 39 de la Universidad Autónoma de Zacatecas, mediante la aplicación del test de FINDRISC.

TEORÍA

La diabetes mellitus (DM) engloba un grupo de trastornos metabólicos caracterizados principalmente por presentar hiperglucemias, y se clasifica en distintos tipos; la de tipo 1, que se distingue por presentar deficiencias importantes en los niveles insulina, y el tipo 2 o DM2 que presenta grados variables de resistencia y alteraciones en la secreción de insulina. Además de estos tipos de diabetes, existen otros más particulares, tales como la del adulto de inicio juvenil, diabetes gestacional y otras cuya etiología se debe a enfermedades del páncreas, endocrinopatías e incluso farmacoterapia[8].

Los principales síntomas de la diabetes son poliuria, polidipsia, pérdida de peso, fatiga, debilidad, visión borrosa, mala cicatrización de las heridas, entre otros[9]. De todos estos tipos de diabetes, la DM2 es la más prevalente a nivel mundial; en 1990 cerca de 200 millones de personas padecían DM2, mientras que, en el 2022, esta cifra aumentó a 537 millones. Es importante señalar que la morbilidad de la enfermedad ha incrementado en mayor proporción países con un ingreso económico de medio a bajo[6].La proyección para 2045, es que 1 de cada 8 adultos presentaran DM2, es decir, aproximadamente 783 millones de casos, lo cual representara un aumento del 46%[2].

La DM2, se asocia con ceguera, insuficiencia renal, ataques cardiacos, accidentes cerebrovasculares y amputaciones a causa de pie diabético, y desafortunadamente en etapas tempranas los síntomas pueden ser poco perceptibles, lo que resulta en diagnósticos poco oportunos[8]. En 2019, se reportaron más de 113, 000 muertes por enfermedades cardiovasculares, y 27 367 por enfermedad renal crónica (ERC) asociadas a DM2 y obesidad[1]. Aunado a esto y por su alta prevalencia, la DM2 se ha convertido en un problema de salud pública de alto impacto. Según datos de la OMS, en 2021, se registraron más de 2 millones de muertes por enfermedad renal asociada a DM2[5]. Debido a las repercusiones de la DM2, las nuevas políticas de salud pública se enfocan en prevenir el desarrollo de la enfermedad, mediante la realización de evaluaciones rutinarias que evidencien el riesgo o susceptibilidad de los individuos a desarrollarla[7].

Existen criterios bien establecidos para el diagnóstico de la DM, como lo son: una glucemia en ayuno ≥126 mg/dl, presentar los síntomas asociados a la enfermedad y que se acompañen de una glicemia casual (a cualquier hora del día) ≥200 mg/dl, una curva de tolerancia a la glucosa ≥200 mg/dl y una hemoglobina glucosilada (HbA1c) >6.5%[9]. Entre los factores de riesgo destacan, los antecedentes

heredofamiliares (AHF) pues se ha descrito que tener familiares en primer grado con la enfermedad aumenta de 2 a 4 veces el riesgo de desarrollar esta patología, la hipertensión arterial (HTA), la inactividad física, la raza o etnia, antecedentes de diabetes gestacional o haber tenido un bebé macrosómico (>4kg), tener síndrome de ovario poliquístico, acantosis nigricans o dislipidemias (HDL ≤35 mg/dl o triglicéridos ≥250 mg/dl o ambas)[8]. De igual manera los hábitos personales como el tabaquismo, alcoholismo, y las costumbres alimenticias son considerados factores de riesgo importantes.

Actualmente, existen distintas pruebas que permiten evaluar el riesgo de desarrollar la enfermedad entre las que destaca la prueba de FINDRISC (del inglés Finnish Diabetes Risk Score) es una herramienta que permite estimar el riesgo de desarrollar DM2 en los próximos 10 años. Diseñada en Finlandia por Tuomilehto y Lindström en 2003, y que ha sido ampliamente utilizada tanto en protocolos de investigación como en programas de salud pública para identificar a individuos con riesgo de desarrollar dicha enfermedad, con el objetivo de intervenir de manera oportuna en los estilos de vida y evitar o retrasar el desarrollo de DM2[7].Esta prueba consta de ocho preguntas sencillas que exploran distintos aspectos tales como, edad, IMC, PA, nivel de actividad física, frecuencia de consumo de vegetales y frutas, AHF de diabetes, historial de medicación para la hipertensión e hiperglucemias previas; cada respuesta tiene una puntuación, y la suma total se clasifica en diferentes rangos de riesgo, donde un puntaje ≥15 indica un riesgo muy alto de desarrollar la DM2, de 12 a 14 riesgo moderado, de 7 a 11 riesgo bajo y <7 riesgo muy bajo. En función del puntaje obtenido, se puede realizar un seguimiento más estrecho al paciente, sugiriendo cambios en el estilo de vida o incluso intervenciones médicas[10].

En términos generales la prueba de FINDRISC es fácil de aplicar en niveles de atención primaria a la salud y dado que no requiere análisis de laboratorio, es muy económica. Además, es un instrumento evaluado y validado, con una sensibilidad de entre 0.78 y 0.81 (78 – 81%) y una especificidad en el rango de 0.76 a 0.77 (76-77%)[7], por lo cual ha sido utilizada en estudios de diversos países, incluidos Finlandia, España, China, Alemania y Cuba. Los estudios en México han sido limitados, sin embargo, los resultados obtenidos a la fecha sugieren que la escala FINDRISC puede ser un instrumento útil para la identificación temprana de individuos con en riesgo de padecer DM2[11].

Es importante destacar que la aplicación de este test en poblaciones distintas a la finlandesa precisa de un proceso de validación que permita establecer los parámetros que mejoren su rendimiento, proceso que ha sido realizado en diversos países latinoamericanos entre los que se encuentran Colombia, Perú, Venezuela, México, Guatemala y Argentina[12]. Entre las modificaciones realizadas se encuentran el ajuste en los puntos de corte de las variables evaluadas, por ejemplo, los realizados a la medición del perímetro de cintura efectuados en Colombia y Guatemala[13]. De igual manera, en Perú y Cuba se han integrado parámetros como glicemia en ayunas y la curva de tolerancia a la glucosa, sin embargo, estos parámetros no evalúan el riesgo de desarrollar la DM2, más bien confirman su diagnóstico. Estas modificaciones se realizan por el hecho de que se considera que la incorporación de un mayor número de parámetros asociados con el desarrollo de la DM2 podría mejorar de manera importante la capacidad predictiva de FINDRISC[10].

PARTE EXPERIMENTAL

El presente estudio es de tipo descriptivo y observacional con corte transversal y por selección al azar. El cálculo del tamaño de la muestra, se realizó en el software G*Power (versión 3.1.9.7), utilizando los siguientes parámetros: nivel de significancia de α = 0.05, un poder estadístico (1-β) de 0.80, el tamaño del efecto (d) de 0.5, considerándose de magnitud elevada, dando como resultado un tamaño muestral de 41 sujetos, los cuales fueron seleccionados mediante muestreo probabilístico aleatorio simple y reclutados mediante la difusión de una convocatoria aula por aula dentro de las diversas unidades académicas del campus siglo XXI de la UAZ “Francisco García Salinas”, haciendo énfasis en la participación voluntaria.

Los criterios de inclusión fueron: hombres y/o mujeres de 20 a 39 años de edad, que fueran alumnos y/o trabajadores del campus siglo XXI, originarios de estado de Zacatecas, que aceptaran y firmaran el consentimiento informado. Por otro lado, los criterios de exclusión mujeres embarazadas o en lactancia. A los participantes se les aplico la prueba de FINDRISC a lápiz y papel, posteriormente los datos fueron capturados y analizados en el software estadístico SPSS Statistics en su versión 27. Los datos cuantitativos fueron expresados como media ± desviación estándar (DE) y los datos cualitativos mediante frecuencia y porcentaje.

RESULTADOS

Características demográficas y antropométricas de la población de estudio.
La población de estudio, total fue de 41 participantes, de los cuales 36.5% (15) corresponden al sexo masculino y 63.4% (26) al femenino. La edad media de la muestra fue de 27.27 (± 5.16 años), se observó que la media de edad en los hombres fue mayor (29.00 ± 4.56 años) en comparación con las mujeres (26.11 ± 5.27 años). En relación con IMC, la media de la población fue de 25.88 ± 4.64 kg/m², lo que sugiere una tendencia general hacia sobrepeso en la población estudiada. Al analizar por sexo, los hombres presentaron un IMC promedio superior (27.69 ± 4.87 kg/m²) respecto a las mujeres (24.83 ± 4.25 kg/m²), lo que indica un peor estado nutricional y mayor carga de adiposidad en el grupo masculino. Por otra parte, PA promedio fue de 83.47 ± 18.33 cm en la muestra total. Al estratificar por sexo, se identificó que los hombres presentaron valores considerablemente mayores (95.73 ± 17.47 cm) en comparación con las mujeres (80.55 ± 3.09 cm), lo cual podría reflejar una mayor acumulación de grasa visceral en el grupo masculino (Tabla 1). Dichos hallazgos evidencian las diferencias antropométricas entre sexos, particularmente en el IMC y el perímetro abdominal, variables estrechamente relacionadas con el riesgo cardiometabólico.

Tabla 1. Características demográficas y antropométricas de la población de estudio.

	Población total	Hombres	Mujeres
n	41	15	26
Edad (años)	27.27 (5.16)	29 (4.56)	26.11 (5.27)
IMC (kg/m$^{2)}$	25.88 (4.69)	27.69 (4.87)	24.83 (4.25)
Perímetro abdominal (cm)	83.47 (18.33)	95.73 (17.47)	80.55 (3.09)

Componentes del estilo de vida y antecedentes heredofamiliares de DM2 en la población de estudio

Con respecto a la actividad física, el test de FINDRISC otorga 0 puntos en el nivel de riesgo a las personas que realizan 30 minutos diarios de actividad física, de la población total solo el 43.9% (18) realiza actividad física, al analizar los datos por sexo, se observa, que en el grupo femenino el 61.53% (16) no realizan actividad física o no cumplen con al menos 30 minutos, mientras que el 38.46% (10) indicó ser físicamente activa. En contraste, en el grupo masculino, la proporción de individuos físicamente activos fue mayor, con un 53.33% (8), mientras que el 46.66% (7) reportó ausencia de actividad física (Figura 1). FINDRISC evalúa también el consumo diario de frutas y verduras, en la población de estudio el 51.21% indico consumir dichos alimentos de manera diaria, de igual manera, se observó un mayor consumo en las mujeres el 53.84% (14), el 46.15% (12) indicó no consumir frutas y verduras de manera diaria. Por su parte, en el grupo de hombres, el 46.66% (7) manifestó un consumo diario, en contraste con el 53.33% (8) que refirió no consumir dichos alimentos de manera cotidiana (Figura 2).

La evidencia sugiere que los individuos con obesidad, un estilo de vida desfavorable que incluye, una alimentación inadecuada, alta en grasas, azucares y alimentos ultraprocesados, acompañada de sedentarismo, descanso insuficiente, niveles altos de estrés y predisposición genética a DM2 tienen mayor riesgo (OR 14.5) de presentar la enfermedad[13], por tanto, los AHF son otro parámetro que FINDRISC evalúa, otorgando 3 puntos en el nivel de riesgo a aquellos individuos que tengan AHF en segunda línea de parentesco, es decir, abuelos, tíos y/o primos, así como 5 puntos a los

individuos que tienen carga genética en primera línea (padres, hermanos o hijos). En nuestra población de estudio, se encontró que, en el sexo femenino, la mayor proporción de AHF son de segundo grado, con un 69.23% (18), seguido de los de primer grado, con un 19.23% (5), y un porcentaje menor 11.53% (3) indicó no tener AHF de DM2. En el caso de los hombres, se observó un patrón similar, donde predominan los AHF de segundo grado con un 66.66% (10), seguidos de los de primer grado con un 26.66% (4), en este grupo únicamente 1 individuo (6.66%) reportó ausencia de AHF de DM2 (Figura 3). FINDRISC también evalúa la presencia de indicaciones medicas para el uso de fármacos antihipertensivos, sin embargo, en la población de estudio el 100% (41) refirió no haber utilizado este tipo de medicación en ningún momento. Así mismo, la prueba evalúa la detección de cifras elevadas de glucosa, ya sea en el contexto del control médico rutinario, enfermedad o durante el embarazo, en este sentido, únicamente el 4.87% (2) del total de muestra reporto haber presentados episodios de hiperglucemia, ambos casos fueron mujeres, representando el 7.69% de este subgrupo.

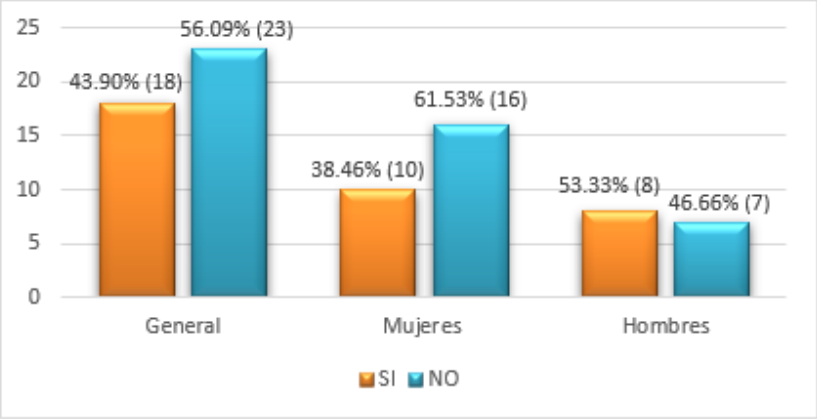


Figura 1 ¿Realiza actividad física mínimo 30min diarios?

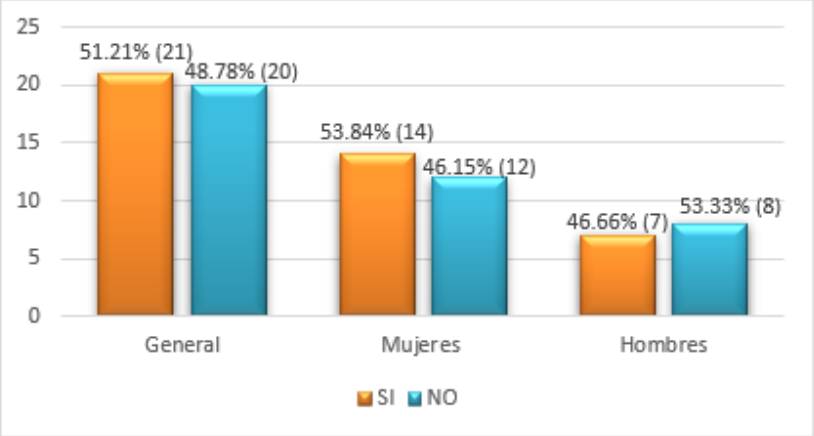


Figura 2 ¿Consume frutas y verduras a diario?

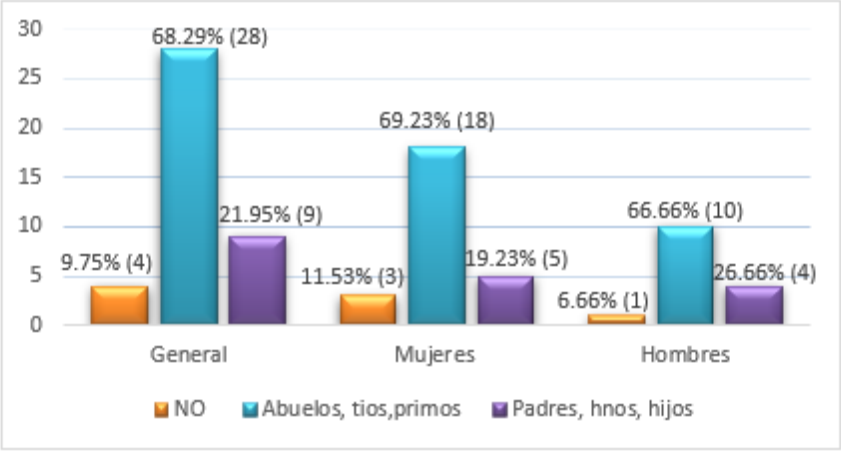
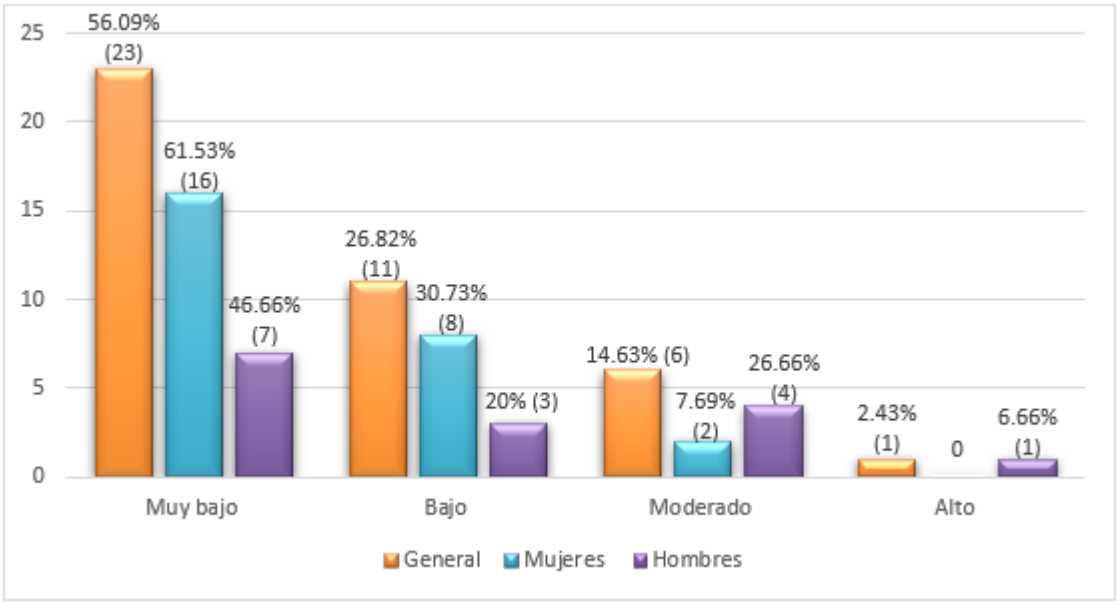


Figura 3 ¿Le han diagnosticado DM2 a un familiar cercano?

Nivel de riesgo de desarrollar DM2 estimado mediante FINDRISC

Por lo que se refiere a la clasificación del riesgo de desarrollar DM2 en la población de estudio, estimado mediante el test FINDRISC y estratificado por sexo, en el grupo de mujeres, se observó que la mayoría se concentra en la categoría de riesgo muy bajo, con un 61.53% (16), seguido de un 30.76% (8) clasificado como riesgo bajo. Un menor porcentaje se ubicó en la categoría de riesgo moderado (7.69%, 2), sin encontrar casos en las categorías de muy alto riesgo. En cambio, en el grupo de hombres se identifica una distribución más heterogénea del riesgo; el 46.66% (7) se clasificó con riesgo muy bajo, mientras que el 20% (3) presentó riesgo bajo, así mismo, se observa un incremento en las categorías de moderado y alto riesgo en comparación con las mujeres, con un 26.66% (4) en riesgo moderado y un 6.66% (1) en riesgo alto (Figura 4).

Figura 4



CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente estudio, las mujeres son físicamente más activas en comparación con los hombres, además, presentan una mejor tendencia en el consumo de frutas y

verduras, no obstante, en ambos sexos se presenta un porcentaje considerable de individuos que no tienen un consumo adecuado o mínimo diario de estos grupos de alimentos que aunado a la inactividad física, podría tener implicaciones en el estado nutricional, lo cual se relaciona directamente con el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles. Comparativamente, tanto en hombres como en mujeres existe una alta prevalencia de AHF, particularmente en familiares de segundo grado, lo que sugiere una posible carga genética relevante en la población estudiada. Asimismo, los hombres presentan una mayor proporción de AHF de primer grado en comparación con las mujeres, lo cual podría implicar un riesgo potencialmente mayor para el desarrollo de DM2 y enfermedades asociadas, estos hallazgos evidencian una elevada frecuencia de AHF en ambos sexos, destacando la importancia de considerar estos factores en la evaluación del riesgo genético y en la interpretación de los resultados del estudio.

Finalmente, la estimación del riesgo de DM2 en la población de estudio arrojó, que las mujeres presentan una mayor concentración en categorías de menor riesgo, mientras que los hombres muestran una mayor proporción en niveles de riesgo intermedio y alto. Estos hallazgos sugieren un perfil de riesgo más favorable en el sexo femenino, en contraste con una tendencia hacia mayor riesgo de desarrollar DM2 en el grupo masculino. Sin embargo, aunque la mayor parte de la población evaluada presenta un bajo riesgo de desarrollar DM2, es importante considerar que los resultados obtenidos podrían modificarse en el futuro cercano, debido al incremento de la edad de los participantes y a la posible aparición de AHF de grado 1, parámetros de preponderancia alta en el test de FINDRISC. Por todo lo anterior, consideramos que el test FINDRISC es una herramienta importante para la evaluación temprana del riesgo de DM2 y sus resultados pueden ser usados para promover estilos de vida saludables en la población, con el objetivo de prevenir la aparición de DM2.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Panamericana de la Salud (OPS), “Diabetes mellitus tipo 2 (DM2)”, Organización Panamericana de la Salud, 2023. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/DM2
2. Federación Internacional de Diabetes (FID), “Datos sobre la diabetes mellitus tipo 2 (DM2)”, Federación Internacional de Diabetes, 2024. Disponible en: https://idf.org/aboutDM2/DM2facts-figures/
3. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Medio camino 2022 (ENSANUT 2022)”, Instituto Nacional de Salud Pública, 2022.
4. E. Meneses, C. Ochoa, E. Burciaga, “Abordaje multidisciplinario del sobrepeso y obesidad en adultos”, Medicina Interna de México, Vol. 39, No. 2, 2023, pp. 329–366.
5. K. Loeppenthin, S. Oksbjerg, C. Johansen, et al., “Total burden of disease in cancer patients at diagnosis: a Danish nationwide study of multimorbidity and redeemed medication”, British Journal of Cancer, Vol. 123, 2020. DOI: 10.1038/s41416-020-0950-3.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS), “Obesidad”, Organización Mundial de la Salud, 2024. Disponible en: https://www.who.int/health-topics/obesity/
7. J. Álvarez, “FINDRISK test as first action in primary health care to identify the risk of developing type 2 diabetes mellitus in the general population”, Rev. virtual Soc. Parag. Med. Int. Vol.10,1,2023
8. D. Kasper, A. Fauci, S. Hauser, et al., *Harrison. Manual de medicina*, McGraw-Hill Education, México, 2017.
9. American Diabetes Association (ADA), “Signos de advertencia y síntomas de la diabetes”, American Diabetes Association, s.f. Disponible en: https://diabetes.org/es/sobre-la-diabetes/signos-de-advertencia-y-sintomas
10. R. Carrillo, D. Granda, J. Mejía, et al., “FINDRISC in Latin America: a systematic review of diagnosis and prognosis models”, *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 2020.
11. M. Díaz, P. Robles, J. Ramírez, “Riesgo para desarrollar diabetes mellitus tipo II con base en la escala FINDRISC”, *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, Vol. 9, No. 1, 2025.
12. E. Cabrera, O. Díaz, N. Oralandi, et al., “FINDRISC modificado para Cuba como herramienta para la detección de prediabetes y diabetes no diagnosticada en población cubana”, Rev Peru Med Exp Salud Pública. Vol.41,4, 2025

13. R. Nieto, J. González, P. Aschner, et al., “Transculturalizing diabetes prevention in Latin America”, *Annals of Global Health*, Vol. 83, No. 3, 2017. DOI: 10.1016/j.aogh.2017.07.001.
14. M. Theresia, J. Hermina, D. German, et al., “Obesity, unfavourable lifestyle and genetic risk of type 2 diabetes: a case-cohort study”, Diabetologia, 63, 2020, pp.1324-1332

ANÁLISIS FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO DE *Stevia Rebaudiana* Y SU USO COMO POSIBLE AGENTE BACTERIOSTÁTICO FRENTE A BACTERIAS CARIOGÉNICAS EN LA CAVIDAD BUCAL

Fabian Mendoza Hernández, Anahí García Campos, Laura Fernanda Sánchez Vera, Gustavo Montiel Canales, Irasema Leticia Islas García, Fernanda Aryl Hernández Ramírez, Keila Renata Carreón Alamilla

CECyT No 16 “Hidalgo” - IPN.
fmendozah@ipn.mx

RESUMEN

En la actualidad, las enfermedades bucodentales como la caries dental representan una de las principales causas de consulta odontológica, afectando tanto a niños como adultos a nivel mundial, provocadas principalmente por bacterias del género *Streptococcus*, como *S. mutans*, *S. sanguinis, S. salivarius y S. oralis*. En este sentido, Stevia rebaudiana se ha postulado como una alternativa prometedora para el control de bacterias que causan la caries. En este trabajo se llevó a cabo la extracción por maceración de compuestos presentes en las hojas de la planta Stevia rebaudiana y su posterior evaluación frente a *Streptococcus mutans*. Las hojas se secaron a una temperatura de 60°C durante 6 horas, se trituraron y se colocaron en un recipiente de vidrio ámbar hermético para ser cubiertas con alcohol etílico. La maceración se realizó durante 3 días, posterior a ello se filtró el disolvente y se llevó a evaporación a vacío en un rotavapor para obtener el extracto correspondiente. Mediante pruebas de difusión de discos se evaluaron los extractos frente a *Streptococcus* Por su parte, el análisis fitoquímico indica que el extracto de Stevia rebaudiana contiene principalmente flavonoides y compuestos fenólicos, ambos conocidos por su actividad bacteriostática mediante mecanismos como daño a la pared celular, quelación de metales y alteración del metabolismo microbiano. Esto sugiere que podría ser viable el uso de *Stevia rebaudiana* como un complemento para el combate de bacterias que causan la caries dental.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades bucodentales representan un problema de salud frecuente que afecta a personas de distintas edades y condiciones sociales. Entre ellas, la caries dental destaca por su alta incidencia y por estar relacionada con diversos factores, como la alimentación, la higiene oral, la composición de la saliva y la presencia de microorganismos capaces de alterar el equilibrio de la cavidad bucal. Dentro de estos microorganismos, *Streptococcus mutans* ha sido identificado como uno de los principales agentes asociados al desarrollo de caries, debido a su capacidad para adherirse a la superficie dental, formar biopelículas y producir ácidos que favorecen la desmineralización del esmalte [1,2,3].

Ante esta problemática, ha surgido el interés por estudiar alternativas naturales que contribuyan al control del crecimiento bacteriano sin generar efectos agresivos sobre el microbiota oral. *Stevia rebaudiana* resulta una planta de especial importancia, ya que además de ser reconocida por su uso como edulcorante natural, contiene metabolitos secundarios como flavonoides, taninos, terpenos y compuestos fenólicos, los cuales han sido relacionados con propiedades antioxidantes y antimicrobianas [4.5].

El estudio del extracto de Stevia rebaudiana permite valorar su posible aplicación como agente bacteriostático frente a bacterias cariogénicas presentes en la cavidad bucal [3,8]. Esta investigación se enfoca en la obtención del extracto vegetal, su análisis fitoquímico preliminar y la evaluación de su efecto sobre *Streptococcus mutans*, con la finalidad de identificar si sus compuestos bioactivos pueden limitar el crecimiento bacteriano y representar una opción complementaria para la prevención de la caries dental [3].

TEORÍA

Stevia rebaudiana Bertoni es una planta perteneciente a la familia Asteraceae, reconocida principalmente por el sabor dulce de sus hojas. Esta característica se debe a la presencia de glucósidos de esteviol, entre los que destacan el esteviósido y el rebaudiósido A [6]. Dichos compuestos poseen un poder edulcorante superior al de la sacarosa y un bajo aporte calórico, por lo que la stevia se ha utilizado como sustituto natural del azúcar en productos alimenticios, especialmente en aquellos dirigidos a personas con restricción en el consumo de carbohidratos simples [4,6].

Además de sus compuestos edulcorantes, las hojas de *Stevia rebaudiana* (Tabla 1) contienen metabolitos secundarios de interés biológico, como flavonoides, taninos, terpenos y compuestos fenólicos [5,6]. Estas sustancias son producidas por la planta como parte de sus mecanismos de defensa y adaptación, pero también pueden presentar actividad antioxidante y antimicrobiana [5,7]. Por esta razón, el estudio fitoquímico de la stevia permite valorar no solo su uso alimentario, sino también su posible aplicación en áreas relacionadas con la salud [5,6].

La actividad antimicrobiana de los extractos vegetales suele explicarse por la acción conjunta de varios metabolitos, más que por un solo compuesto aislado [7]. En el caso de la stevia, los flavonoides y compuestos fenólicos pueden intervenir en procesos bacterianos importantes, como la integridad de la pared celular, la permeabilidad de la membrana y la actividad de ciertas enzimas [5,7]. Estas alteraciones pueden limitar el crecimiento microbiano, lo que justifica la evaluación del extracto como posible agente bacteriostático [3].

En la cavidad bucal, *Streptococcus mutans* es una de las bacterias más asociadas con el desarrollo de caries dental [3,8]. Su importancia radica en su capacidad para adherirse al esmalte, formar biopelículas y producir ácidos a partir de carbohidratos fermentables [3]. Cuando estos ácidos se acumulan de manera constante, el pH oral disminuye y se favorece la desmineralización del esmalte, iniciando así el proceso carioso [3]. Aunque el microbiota oral incluye bacterias benéficas y comensales, el desequilibrio microbiano puede favorecer el predominio de especies cariogénicas [3,8].

El análisis fitoquímico y microbiológico del extracto de *Stevia rebaudiana* permite relacionar su composición química con su posible efecto frente a bacterias cariogénicas [3,5]. Técnicas como la cromatografía en capa fina ayudan a observar la presencia de distintos compuestos en el extracto [5], mientras que pruebas como la difusión en disco permiten valorar si existe inhibición del crecimiento bacteriano [3,7]. De esta manera, la *Stevia* se plantea como una alternativa natural de interés para complementar estrategias preventivas contra la caries dental [3,8].

Tabla 1. Descripción taxonómica de la *Stevia rebaudiana*

Característica	Descripción
Nombre Científico	Solanummuricatum
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Campanulales (Asterales)
Familia	Asteraceace (compositae)
Subfamilia	Asteroideae
Genero	Stevia
Especie	Rebaudiana

PARTE EXPERIMENTAL

Para la obtención del extracto de *Stevia rebaudiana* se emplearon hojas frescas de la planta, las cuales fueron separadas manualmente del resto del material vegetal. Se obtuvo un peso inicial de 299.48 g de hojas frescas, mismas que fueron colocadas en una estufa de laboratorio a una temperatura aproximada de 60 °C durante 6 horas, con el propósito de disminuir su contenido de humedad y microorganismos. Una vez secas, las hojas fueron pulverizadas con ayuda de un mortero de porcelana hasta obtener un polvo fino y homogéneo (Figura 1).



Figura 1. Pulverización de las hojas secas de Stevia rebaudiana mediante mortero de porcelana para obtener un polvo fino y homogéneo.

El material vegetal se colocó en un frasco de vidrio limpio con capacidad aproximada de 500 mL. Posteriormente, se añadió etanol al 70 % en cantidad suficiente para cubrir por completo la muestra. La mezcla se mantuvo en maceración a temperatura ambiente, permitiendo que el disolvente favoreciera la extracción de los compuestos presentes en las hojas de stevia. Transcurrido el tiempo de extracción, la mezcla fue filtrada al vacío utilizando papel filtro, embudo, matraz Erlenmeyer y bomba de vacío, con la finalidad de separar el extracto líquido de los residuos sólidos.

El filtrado obtenido fue sometido a rotavapor (Figura 2), trabajando bajo presión reducida y temperatura controlada para eliminar el etanol sin afectar de manera considerable los compuestos extraídos. Al finalizar este proceso, se obtuvo un extracto concentrado de *Stevia rebaudiana* con un peso aproximado de 2.5 g, el cual fue almacenado en refrigeración para conservar sus características durante el desarrollo del análisis posterior.



Figura 2. Concentración del extracto de Stevia rebaudiana mediante rotavapor, bajo presión reducida y temperatura controlada, para la eliminación del etanol.

RESULTADOS

Para el análisis preliminar del extracto de *Stevia rebaudiana* se empleó la técnica de cromatografía en capa fina (Figura 3), con la finalidad de observar la separación de los compuestos presentes en la muestra y relacionarlos con posibles grupos de metabolitos secundarios. Se utilizó una placa recubierta con gel de sílica como fase estacionaria, mientras que la fase móvil estuvo compuesta por una mezcla de metanol al 80 % y hexano al 20 %. Una pequeña cantidad del extracto concentrado fue aplicada sobre la línea de origen de la placa mediante un capilar, procurando que la muestra quedara depositada de forma puntual.

Posteriormente, la placa se colocó dentro de una cámara cromatográfica previamente saturada con la fase móvil, permitiendo que el disolvente ascendiera por capilaridad hasta aproximadamente tres cuartas partes de la placa. Una vez terminado el recorrido, la placa fue retirada, secada a temperatura ambiente y observada bajo luz ultravioleta a 254 nm, con el propósito de identificar las bandas correspondientes a los compuestos separados (Figura 4).

Para mejorar la visualización de los metabolitos presentes, se preparó una solución reveladora ácida al 5 %, utilizando ácido sulfúrico concentrado y metanol. La mezcla se elaboró agregando 0.2 mL de ácido sulfúrico concentrado a 3.8 mL de metanol, obteniendo un volumen total de 4.0 mL. Esta solución fue aplicada sobre la placa cromatográfica con ayuda de una pipeta Pasteur, procurando cubrir de manera uniforme la superficie de la sílica. Después, la placa se calentó en una parrilla de laboratorio a una temperatura aproximada de 200 °C durante 5 minutos.

Además del revelado ácido, se emplearon diferentes soluciones para la determinación preliminar de metabolitos secundarios. La solución A se preparó a partir de cloruro férrico 0.1 M y ferrocianuro de potasio 0.1 M, mezclados en proporción 1:1; después de rociar la placa, esta se calentó a 110 °C. La solución B se elaboró con 5 g de ácido bórico y 5 g de ácido cítrico disueltos en 100 mL de etanol; posteriormente, la placa se calentó a 100 °C durante 5 minutos y se observó bajo luz ultravioleta. También se utilizó la solución C, compuesta por ácido sulfúrico al 5 % en etanol y vainillina al 1 % en etanol. Primero se aplicó la solución ácida y después la solución de vainillina; finalmente, la placa se calentó a 110 °C durante un periodo de 5 a 10 minutos. Para complementar el revelado, se empleó una solución D de hidróxido de sodio al 5 % en agua, así como una solución E de hidróxido de potasio al 5 % en etanol. Estas pruebas permitieron orientar la identificación de metabolitos secundarios, principalmente compuestos fenólicos, flavonoides y taninos, presentes en el extracto de Stevia rebaudiana.



Figura 3. Placa cromatográfica rociada con solución reveladora, mostrando una coloración positiva asociada a la presencia de flavonoides en el extracto de *Stevia rebaudiana*.

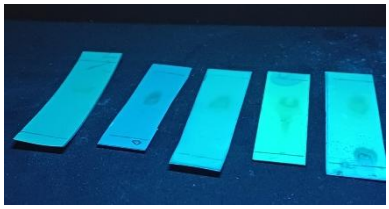


Figura 4. Placas de cromatografía en capa fina observadas bajo luz ultravioleta, utilizadas para evidenciar la separación de compuestos presentes en el extracto.

El extracto obtenido presentó una apariencia concentrada y una coloración característica de los compuestos extraídos de las hojas de stevia. La maceración con etanol al 70 % permitió recuperar una fracción soluble de metabolitos presentes en la planta, la cual fue suficiente para continuar con los análisis posteriores.

En el análisis fitoquímico preliminar, las características observadas en el extracto sugirieron la presencia de metabolitos secundarios, principalmente compuestos fenólicos y flavonoides. Estos compuestos son relevantes debido a que se han relacionado con actividad biológica y pueden contribuir al efecto esperado del extracto.

En la síntesis de los complejos metálicos de bases de Schiff, la reacción entre salicilaldehído, o-fenilendiamina y acetato de manganeso (III) produjo un sólido de color café después de la irradiación por microondas, el enfriamiento y la filtración al vacío. La formación de este precipitado se consideró como un indicio de la obtención del complejo metálico.

CONCLUSIONES

El trabajo realizado permitió reconocer el potencial de *Stevia rebaudiana* como una fuente natural de compuestos con posible actividad biológica. A partir del extracto obtenido, el análisis fitoquímico preliminar determinó la presencia de metabolitos secundarios de interés, como flavonoides y compuestos fenólicos, los cuales pueden relacionarse con propiedades útiles en estudios posteriores sobre actividad antimicrobiana o antioxidante. Con ello, los extractos de *Stevia rebaudiana* podrían ser empleados en e combate de agentes microbiológicos, como *Streptococcus mutans*, que son considerados responsables de causar caries bucal.

BIBLIOGRAFÍA

[1] A. G. Evans, “Perspectiva on the development of high-toughness ceramics”, J. Am. Ceram. Soc., Vol. 73, 2, 1990, pp. 187-206.
[2] T. Kreis, “Speckle Metrology,” in *Holographic Interferometry* (Akademie Verlag Inc., New York, NY, 1996), Chapter 4, pp. 125-149.
[3] Mahmud, A., Ahmed, R., & Dey, B. K. (2023). Inhibitory effects of stevioside on Streptococcus mutans and Candida albicans in dual-species biofilm. Molecules, 28(9), 3961
[4] Chan, P., Tomlinson, B., Chen, Y. J., Liu, J. C., Hsieh, M. H., & Cheng, J. T. (2000). A double-blind placebo-controlled study of the effectiveness and tolerability of oral stevioside in human hypertension. Clinical Therapeutics, 22(9), 1079–1090.
[5] Universidad Técnica de Ambato. (2022). Caracterización de compuestos bioactivos Stevia rebaudiana Bertoni. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/fb42da95-3263-4f1a-9777-7069c27511e 1/download
[6] Cerda-García-Rojas, C. M., & Pereda-Miranda, R. (2001). The phytochemistry of Stevia: a general survey. In Stevia (pp. 100-131). CRC Press.
[7] Sharma, A., del Carmen Flores-Vallejo, R., Cardoso-Taketa, A., & Villarreal, M. L. (2017). Antibacterial activities of medicinal plants used in Mexican traditional medicine. Journal of Ethnopharmacology, 208, 264-329.
[8] Anila, N., Haripriya, R., & Renuka, M. (2020). Comparative evaluation of Stevia and Xylitol chewing gum on salivary Streptococcus mutans count: A pilot study. Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences, 12(Suppl 1), S472–S475. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_40_20

CARIES Y SALUD BUCAL EN ESTUDIANTES DE UNA TELESECUNDARIA EN ZACATECAS DURANTE DOS CICLOS ESCOLARES

Ana maría Ordoñez Montes, Christian Starlight Franco Trejo , Nubia Maricela Chávez Lamas

Universidad Autónoma de Zacatecas.
analunar91@hotmail.com

RESUMEN

La salud bucal es fundamental para el bienestar, la caries es la enfermedad bucal más común y prevenible mediante higiene oral, dieta equilibrada y visitas al odontólogo, la falta de conciencia y el acceso a servicios odontológicos contribuyen a su incidencia. OBJETIVO. Determinar la frecuencia de caries y salud bucal de los estudiantes de la telesecundaria de Genaro Codina, Zacatecas, durante dos ciclos escolares. METODOLOGIA. Se realizó un estudio observacional, analítico y longitudinal durante 2023-2024 (primera y segunda evaluación) 2024-2025 (primera evaluación). Previo consentimiento informado se aplicó: cuestionario de salud bucal, índices epidemiológicos IHOS y CPOD, durante septiembre 2023, junio 2024 y septiembre 2025, se orientó sobre caries, higiene bucal y alimentos cariogénicos. La información se procesó en SPSS v.27, con pruebas ji-cuadrada y ANOVA para un factor considerando p=0.05. RESULTADOS. En la primera medición (2023) evaluaron su salud dental regular en 44.0%, buena con 72.0% para 2024 y buena 36.2% en la segunda de 2024; la mayoría utilizan cepillo dental en las tres mediciones con un porcentaje mayor al 98.0%; el cepillo y la pasta son los auxiliares más utilizados, el IHOS fue excelente en la primera y segunda evaluación (51.7% y 84.5%, respectivamente), en la última fue regular (46.6%). La presencia de caries inició con 63.8% y se mantuvo al final del ciclo, situación que se elevó para septiembre 2024 con 77.6%. No se encontró significancia estadística entre las variables ni al contrastar las mediciones. CONCLUSIÓN. El estudio refleja que las intervenciones escolares han tenido un efecto positivo en la salud dental de los estudiantes, mejorando la percepción de su higiene bucal. Sin embargo, el nuevo ingreso de estudiantes incrementó la frecuencia de los casos con caries dental, destacando la necesidad de reforzar el cuidado bucal.

INTRODUCCIÓN

La salud bucal es un componente esencial de la salud general, ya que influye no solo en el bienestar físico de las personas, sino también en su calidad de vida, autoestima, alimentación, comunicación, convivencia social y desempeño cotidiano. El adecuado estado de la cavidad oral permite realizar funciones básicas como masticar, hablar y sonreír sin dolor, incomodidad o limitación. Por el contrario, la presencia de enfermedades bucales puede afectar de manera significativa la vida diaria de quienes las padecen, especialmente cuando se presentan desde edades tempranas y no son atendidas de forma oportuna. En este sentido, la salud bucodental debe entenderse como una parte integral del bienestar humano y no como un aspecto aislado de la atención médica.

Las enfermedades bucales, entre las que destacan la caries dental, la gingivitis y/o la periodontitis, así como afecciones tales como el mal aliento por deficiente higiene oral o por otras patologías, constituyen uno de los problemas de salud pública más frecuentes a nivel mundial. Aunque muchas de estas condiciones son prevenibles, continúan presentándose con alta frecuencia en distintos grupos de población, particularmente en niños y adolescentes. Esto se relaciona con diversos factores, como la falta de hábitos adecuados de higiene bucal, el consumo frecuente de alimentos ricos en azúcares, la escasa asistencia a consultas odontológicas, la limitada disponibilidad de servicios de salud, las condiciones socioeconómicas desfavorables y la poca información sobre medidas preventivas.

La prevención de las enfermedades bucales requiere la incorporación de prácticas cotidianas que favorezcan el cuidado oral. Entre ellas se encuentran el cepillado dental correcto y frecuente, el uso

de pasta fluorada, el empleo de hilo dental, la alimentación equilibrada, la disminución del consumo de azúcares y la asistencia periódica al odontólogo. Estas acciones, cuando se promueven desde edades tempranas, pueden reducir de manera importante la aparición de enfermedades bucodentales y favorecer la adquisición de hábitos saludables a largo plazo. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, la orientación sobre higiene bucal, alimentación saludable y revisiones dentales periódicas constituye una estrategia fundamental para disminuir la carga de enfermedades orales en la población (OPS, 2023).

Este panorama resalta la importancia de promover la educación para la salud bucal como una estrategia preventiva dentro de los espacios escolares. La escuela representa un entorno clave para desarrollar intervenciones educativas, debido a que permite llegar directamente a niños y adolescentes en una etapa importante de formación de hábitos. Durante la adolescencia, los estudiantes comienzan a asumir mayor responsabilidad sobre su autocuidado; sin embargo, también pueden presentar conductas de riesgo relacionadas con la alimentación, la higiene oral insuficiente o la falta de interés por acudir a revisión odontológica. Por ello, las acciones preventivas dirigidas a esta población deben ser claras, constantes, participativas y adaptadas a su edad y contexto.

En México, los problemas de salud bucodental continúan siendo relevantes, especialmente en poblaciones escolares y en comunidades donde existen barreras de acceso a los servicios odontológicos. La caries dental y la enfermedad periodontal se encuentran entre las principales afecciones bucales, y su presencia puede generar dolor, infección, pérdida dental, dificultades para comer, alteraciones en el habla, ausentismo escolar y disminución en la calidad de vida. Esta situación es particularmente importante en estudiantes de telesecundarias, ya que muchos de ellos pertenecen a comunidades rurales o semiurbanas donde las condiciones sociales, económicas y geográficas pueden limitar la atención preventiva y el seguimiento odontológico.

Las telesecundarias cumplen una función educativa fundamental en comunidades donde el acceso a instituciones escolares puede ser más limitado. En estos contextos, la escuela no solo representa un espacio de aprendizaje académico, sino también un punto estratégico para la promoción de la salud. Los estudiantes adolescentes que asisten a telesecundarias pueden enfrentar condiciones particulares relacionadas con el nivel socioeconómico, el acceso a información, la disponibilidad de servicios de salud, los hábitos familiares, la alimentación y la continuidad de la atención odontológica. Por esta razón, estudiar la salud bucodental en esta población resulta relevante para identificar necesidades específicas y diseñar estrategias preventivas adecuadas.

Las enfermedades bucodentales, pese a ser en su mayoría prevenibles, representan una carga importante para los sistemas de salud y afectan a las personas durante diferentes etapas de la vida. Estas condiciones pueden causar dolor, molestias, inflamación, infecciones, alteraciones funcionales y, en casos graves, complicaciones mayores. En los adolescentes, la salud oral tiene una relación directa con el bienestar general, la seguridad personal, la integración social y el rendimiento académico. Un estudiante con dolor dental, sangrado gingival, mal aliento o problemas de higiene bucal puede presentar dificultad para concentrarse, participar en actividades escolares o mantener una adecuada convivencia con sus compañeros.

Por lo anterior, se vuelve necesario implementar programas que permitan realizar diagnósticos tempranos, precisos y continuos en la población escolar. El diagnóstico bucodental no debe considerarse únicamente como una evaluación inicial, sino como una herramienta que permite identificar problemas, establecer prioridades y orientar acciones preventivas y educativas. Además, el seguimiento de los indicadores bucodentales permite valorar si las intervenciones realizadas generan cambios favorables o si es necesario reforzar las estrategias aplicadas. En este sentido, el seguimiento constituye un componente indispensable para evaluar la evolución de la salud oral y la efectividad de los programas dirigidos a estudiantes adolescentes.

La Organización Mundial de la Salud señala que la mayoría de las afecciones de salud bucodental son prevenibles en gran medida y pueden tratarse en sus etapas iniciales (OMS, 2022). Esta afirmación destaca la importancia de intervenir oportunamente antes de que los problemas bucales

avancen y generen consecuencias mayores. En el ámbito escolar, la prevención adquiere un valor especial, ya que permite promover conocimientos, habilidades y actitudes que pueden mantenerse durante la vida adulta. La educación en salud bucal, integrada a programas de seguimiento, favorece la formación de hábitos saludables y fortalece la capacidad de los adolescentes para reconocer la importancia de cuidar su boca.

Desde una perspectiva de salud pública, la promoción de la salud bucal no debe limitarse a la transmisión de información, sino que debe buscar la modificación de conductas y la creación de entornos favorables para el autocuidado. Según Franco (2021), la promoción de la salud bucal puede entenderse, desde el enfoque de la Carta de Ottawa, como un proceso mediante el cual las personas y las comunidades adquieren mayor control sobre los determinantes de su salud, con el propósito de mejorar su bienestar bucodental. Este enfoque implica desarrollar habilidades personales, fortalecer la participación comunitaria y establecer mecanismos organizacionales que faciliten la prevención y el cuidado oportuno.

En consecuencia, esta investigación busca aportar evidencia para fortalecer la promoción de la salud bucal en adolescentes de la telesecundaria de Zacatecas. La información obtenida puede ser útil para diseñar programas educativos más adecuados, planear acciones preventivas, orientar la participación de docentes y familias, y promover la vinculación con instituciones de salud. Además, el seguimiento de los indicadores bucodentales permite reconocer que las intervenciones deben ser continuas, evaluables y adaptadas a las necesidades de cada comunidad.

TEORIA

Patologías bucales

Las patologías bucales comprenden cualquier enfermedad o alteración que afecte a los tejidos y estructuras de la cavidad oral, incluyendo dientes, encías, lengua, mucosa, huesos maxilares, glándulas salivales y la articulación temporomandibular. Estas pueden tener un origen infeccioso, inflamatorio, traumático, congénito, hereditario o tumoral. Entre las más frecuentes se encuentran la caries dental y la enfermedad periodontal, aunque también existen afecciones menos comunes que pueden comprometer la salud oral. Dentro de este grupo, las patologías dentarias se refieren al conjunto de enfermedades o trastornos que afectan la forma, tamaño, posición y desarrollo dental, tanto en la dentición temporal como en la permanente. Dichas afecciones no solo impactan la estética y funcionalidad de la boca, sino que también pueden influir en la salud general, el bienestar y la calidad de vida de quien las padece, requiriendo atención temprana para evitar complicaciones mayores (Rojas, Betzabeth, Palima, y Bello, 2024).

Para el reconocimiento las patologías bucales en los adolescentes es necesario tener un diagnóstico preciso, sirve para exista una adecuada funcionalidad del órgano correspondiente siendo la cavidad bucal un ejemplo clave. El contar con las piezas dentales en buena condición es importante no sólo para la masticación y nutrición, sino que juegan un papel relevante en la estética de la persona, así como en el mecanismo de lenguaje y la calidad de vida. Así mismo, las patologías dentales en adolescentes pueden variar entre caries hasta maloclusiones, afectando no solo la salud bucal, sino también la autoestima y el desarrollo social de cada joven (Herrera, 2023)

Caries

La caries dental es la enfermedad bucodental crónica más prevalente en niños y jóvenes, constituye un problema de salud pública, debido a su alta prevalencia, impacto negativo en la calidad de vida y el alto costo de su tratamiento. Es una enfermedad localizada, progresiva, multifactorial y multibacteriana. La enfermedad está mediada por la biopelícula dental bacteriana, se modula por la dieta, es no transmisible y dinámica, causada por una disbiosis ecológica. También ha sido definida como un mecanismo dinámico de desmineralización y desmineralización como resultado del metabolismo microbiano agregado sobre la superficie dentaria; depende del ambiente social, físico y el comportamiento personal. Se define como un proceso o enfermedad dinámica crónica, que ocurre en la estructura dentaria en contacto con los depósitos microbianos y debido al desequilibrio

entre la sustancia dental y el fluido de la placa circundante, lo que da como resultado una pérdida mineral de la superficie dentaria, cuyo signo es la destrucción localizada en los tejidos duros. Si no se atiende oportunamente afecta la salud general y la calidad de vida de los individuos de todas las edades (Espinosa, Gómez, Barciel, Longoria y González, 2024; Basso, 2019)

Así mismo la caries dental constituye una de las principales causas de deterioro de la salud bucal, afectando de manera significativa a la población mundial. Su elevada incidencia en niños y adolescentes genera una gran preocupación, ya que compromete el bienestar físico, emocional y social de quienes la padecen. Entre las consecuencias más frecuentes destacan el dolor constante, las limitaciones para alimentarse, el ausentismo escolar y el impacto negativo en la calidad de vida. A lo largo de las últimas décadas, diversos estudios han permitido documentar la prevalencia de esta enfermedad, mostrando cifras alarmantes que reflejan su persistencia como problema de salud pública. En la década de 1980 se reportaron prevalencias de hasta un 92.8%. Posteriormente, entre los años 1990 y 1999, la cifra más alta registrada fue de 97%, lo que evidencia una tendencia sostenida en el tiempo. Durante el periodo de 2000 a 2009, el mayor porcentaje alcanzó un 95%. Más adelante, entre 2010 y 2019, la prevalencia máxima documentada fue de 94.6%. Finalmente, en los años recientes de 2020 a 2021, los estudios reportaron prevalencias de hasta un 88.5%, lo que, si bien representa una ligera disminución, sigue indicando una incidencia muy elevada (Márquez, Zúñiga, Torres, Argueta, 2023)

El índice CPOD es una herramienta fundamental para evaluar la presencia de caries en la dentición permanente, ya que considera si un diente está cariado, ha sido extraído por esta causa o presenta obturación. En la dentición temporal se utiliza la variante ceo-d, que también analiza dientes cariados (c), con extracción indicada (e) y obturados (o), aunque se excluyen los dientes ausentes debido a la dificultad de diferenciar si la pérdida se debe a caries o al proceso natural de exfoliación. La suma de los valores obtenidos en cada categoría conforma el índice de cada individuo, y cuando se aplica en una población se divide entre el número de sujetos evaluados. Asimismo, para fines comparativos internacionales, el índice CPOD a los 12 años es el más utilizado, ya que permite establecer el estado de salud bucal en una etapa clave de desarrollo. Este indicador define una escala de gravedad de caries que va de 0 a 1.1 como muy bajo, de 1.2 a 2.6 como bajo, de 2.7 a 4.4 como moderado, de 4.5 a 6.5 como alto, y mayor de 6.6 como muy alto. De esta manera, el CPOD constituye un parámetro esencial para identificar la magnitud del problema y diseñar estrategias de prevención y atención dirigidas a la población infantil y adolescente (Bueno, Gutiérrez, Gutiérrez, Garcia, 2019)
Causa de patologías bucales

Los hábitos de higiene bucal es un conjunto de prácticas o acciones para controlar los factores de riesgo de la salud oral, con el principal objetivo de conservar la salud y prevenir las enfermedades más frecuentes como la caries y la enfermedad periodontal. La higiene bucal es una práctica eficaz para el cuidado de la boca y los dientes, que consiste en el uso correcto de enjuagues, hilo y cepillo dental. La mala higiene bucal puede provocar la acumulación de placa bacteriana (biofilm) y otras condiciones, que favorecen al desarrollo de estas enfermedades más prevalentes (Cevallos, Ibarra, Bernal, Ayoví, Moran, 2025)

Tambien,se ha demostrado que las enfermedades periodontales mantienen estrecha relación con problemas sistémicos como las enfermedades cardiovasculares, respiratorias, la diabetes, los partos prematuros, el bajo peso al nacer y las afecciones renales o cerebrovasculares, lo que confirma que el cuidado de la salud oral es clave para preservar el bienestar general (Asociación profesional de higienistas, 2021)

Cepillado dental
Una buena higiene bucal es imprescindible para mantener sanos los dientes y las encías. Desafortunadamente, llevar a cabo una limpieza dental correcta no es una habilidad innata en el hombre, sino que debe aprenderse. Una buena higiene bucal implica conocer las técnicas de cepillado adecuadas así como los instrumentos necesarios para ponerlas en práctica. Una vez determinada la técnica más adecuada es necesario elegir también el instrumento más idóneo, es decir, el cepillo de dientes que mejor se ajuste a la técnica elegida. Por lo general, el cepillo tiene

que ser de material plástico, con un grado de dureza de suave a medio, redondo y pulido y con varios penachos de cerdas.Indique a su paciente que tiene que lavarse los dientes durante aproximadamente 3 min por la mañana, después del desayuno, y muy especialmente por la noche, antes de acostarse (Kortemeyer, 2010)

Las pastas fluoradas es la medida más eficaz para prevenir la caries dental. Según el Ministerio de Salud las pastas dentales tienen que contener flúor y sobrepasar el valor de 1000 ppm para que este haga efecto en la prevención de la caries dental. Existen muchos métodos para cepillarse los dientes, sin embargo, es la precisión y no la técnica la que determina la eficacia del cepillado. Primero se debe examinar el cepillado de la persona, y solo se le enseñará una nueva técnica cuando se crea que en la práctica la persona no tiene garantizado el control de placa bacteriana. Así mismo, se debe tener en cuenta la frecuencia, la cual es después de cada comida y antes de acostarse. La duración es aproximadamente de dos minutos y en caso de portar alguna aparatología removible o fija, se debe efectuar el cepillado cumpliendo los mismos pasos (Villacorta y Ramirez, 2024)

Hábitos de alimentación

Los hábitos alimentarios son patrones y comportamientos relacionados con la selección, preparación y consumo de alimentos. Estos hábitos pueden variar entre individuos y culturas, ya que están influenciados por factores biológicos, psicológicos, sociales y económicos. Además, abarcan un amplio espectro de comportamientos relacionados con la ingesta de alimentos. Estos incluyen la frecuencia con la que comemos (incluyendo comidas principales y snacks), la variedad y calidad de los alimentos elegidos (frutas, verduras, proteínas, etc.), el tamaño de las porciones, el horario de las comidas, los métodos de preparación utilizados, el entorno y contexto en el que se come, las actitudes y creencias que se tienen sobre los alimentos y las restricciones dietéticas que se puedan seguir por razones de salud, religión o estilo de vida (Canga y Yaselga, 2024)

Mejorar el conocimiento y las prácticas alimentarias es fundamental para cambiar los hábitos alimenticios. El conocimiento sobre alimentos influye en las actitudes positivas hacia una alimentación saludable y las preferencias de los adolescentes. Las prácticas alimentarias abarcan la compra de alimentos, los patrones de alimentación, los hábitos y la adopción de comportamientos saludables para cumplir con las recomendaciones dietéticas. La alfabetización nutricional es crucial, ya que proporciona información para guiar las elecciones alimentarias e influir en las prácticas alimentarias. Las prácticas alimentarias saludables implican reducir el consumo de grasas, azúcares y sal en alimentos comunes como fideos instantáneos, productos procesados, dulces y refrescos. La falta de conocimiento sobre alimentación básica y nutrición impide que los adolescentes tomen decisiones saludables según las pautas recomendadas para una salud óptima (Hantira, Saati, Ahmed y Kassem, 2023)

Acceso a los servicios de salud

La salud de una población está ligada fuertemente al desarrollo humano y es propulsora del crecimiento económico. En este sentido, el papel fundamental de un sistema de salud es responder a las necesidades de la población, situación que implica desarrollar y sostener mecanismos de estructura, organización y financiación de calidad que conlleven a una prestación integral, eficaz, universal, accesible y equitativa en sus servicios. El acceso a servicios de salud es un concepto global y un tema de creciente preocupación en la región de las Américas donde existen millones de personas que no pueden acceder a los servicios integrales para lograr una vida saludable y prevenir enfermedades(Rivera, Rivera y Bonilla, 2020). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud el acceso y la cobertura significan que la población reciba los servicios sin discriminación, con oportunidad y equidad, lo que conlleva a la implementación de políticas y acciones que permitan ofertar una atención de calidad, de tal manera que se promueva la salud y el bienestar de las personas (Rivera, Rivera y Bonilla, 2020) (OMS,2022).

El gobierno de México ha priorizado el acceso a los servicios de salud, implementando diversas acciones para asegurar la protección social en salud de toda la población. Un logro destacado es la creación del Sistema de Protección Social en Salud, conocido como Seguro Popular, que ha afiliado a millones de mexicanos, particularmente aquellos en condiciones de vulnerabilidad, superando los

5 millones de beneficiarios. Además, se han destinado recursos significativos para fortalecer la infraestructura hospitalaria, ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios, con la apertura de nuevos centros y unidades de atención. Sin embargo, la integración efectiva de los diferentes subsistemas de salud sigue siendo un desafío, ya que el sistema opera de manera fragmentada. La estrategia también busca reducir las brechas en la atención entre regiones y grupos sociales, promoviendo la igualdad de oportunidades en el acceso a servicios médicos de calidad (Gobierno de México, 2014)

Características sociodemográficas
La Organización Mundial de la Salud define los determinantes sociales de la salud (DSS) como "las circunstancias en que las personas nacen crecen, trabajan, viven y envejecen, incluido el conjunto más amplio de fuerzas y sistemas que influyen sobre las condiciones de la vida cotidiana". Estas fuerzas y sistemas incluyen políticas y sistemas económicos, programas de desarrollo, normas y políticas sociales y sistemas políticos. Las condiciones anteriores pueden ser altamente diferentes para varios subgrupos de una población y pueden dar lugar a diferencias en los resultados en materia de salud (OMS, 2009)

Modelo precede -proceed
Los programas de promoción de la salud se han visto enriquecidos con un modelo adaptado a sus necesidades, al que sus autores, Green y Kreuter, denominaron «PRECEDE» (del inglés Predisposing, Reinforcing and Enabling Constructs in Educational Diagnosis and Evaluation). El mismo se apoya en el principio de que los cambios de comportamiento, para que se produzcan, necesitan de la voluntad de la persona; es decir, son cambios voluntarios. Por tanto, la persona necesita comprender, estar motivada y disponer de habilidades para estar dispuesta a participar en la posibilidad de decidir un cambio en su conducta. La participación de la persona en el proceso de cambio es fundamental. El cambio solo se producirá si la persona participa y decide por sí misma. Cuando participa activamente, el cambio producido es más perdurable en el tiempo. Etapas del modelo PRECEDE: Diagnóstico: de las necesidades, de las motivaciones, de los condicionantes del entorno y de los recursos disponibles.

También la ejecución del programa de cambio, Evaluación de resultados. Factores del modelo PRECEDE: Predisponentes: conocimientos, actitudes, creencias, valores y percepciones que facilitan o limitan el proceso de cambio. Reforzadores: recompensas y retroalimentación que recibe la persona y su entorno, una vez adoptada una conducta. Favorecedores: aquellos que hacen posible o facilitan el cambio deseado, como las habilidades sociales, los recursos disponibles y/o las barreras que pueden favorecer la conducta deseada y limitar la indeseada (Palmar, 2014)

En el desarrollo de un programa, ya sea en el ámbito de la salud o en cualquier otra área de intervención social, se distinguen fases cruciales que garantizan su eficacia y pertinencia. Inicialmente, se lleva a cabo la implementación, que consiste en la ejecución del programa tal como fue concebido tras un exhaustivo análisis previo. Posteriormente, se realiza una evaluación de proceso, un monitoreo constante durante la implementación que permite verificar si el programa se está desarrollando según lo planeado. Esta evaluación abarca la idoneidad de los materiales utilizados, las habilidades del personal encargado de la ejecución y los aspectos administrativos que sustentan el programa.

La evaluación de impacto, por su parte, se centra en medir los cambios inmediatos que el programa produce en los comportamientos de los participantes y en el entorno en el que se desenvuelven. Por último, la evaluación de resultados representa una evaluación exhaustiva de los efectos a largo plazo del programa en la salud y calidad de vida de los beneficiarios. Esta fase implica la comparación de datos antes y después de la implementación del programa, con el fin de determinar si se han producido mejoras significativas y duraderas. En conjunto, estas fases de implementación y evaluación conforman un ciclo iterativo que permite optimizar el programa y garantizar su éxito en la consecución de los objetivos propuestos (Instituto de salud pública del departamento de salud de gobierno de Navarra, 2016)

Modelo precede -proceed

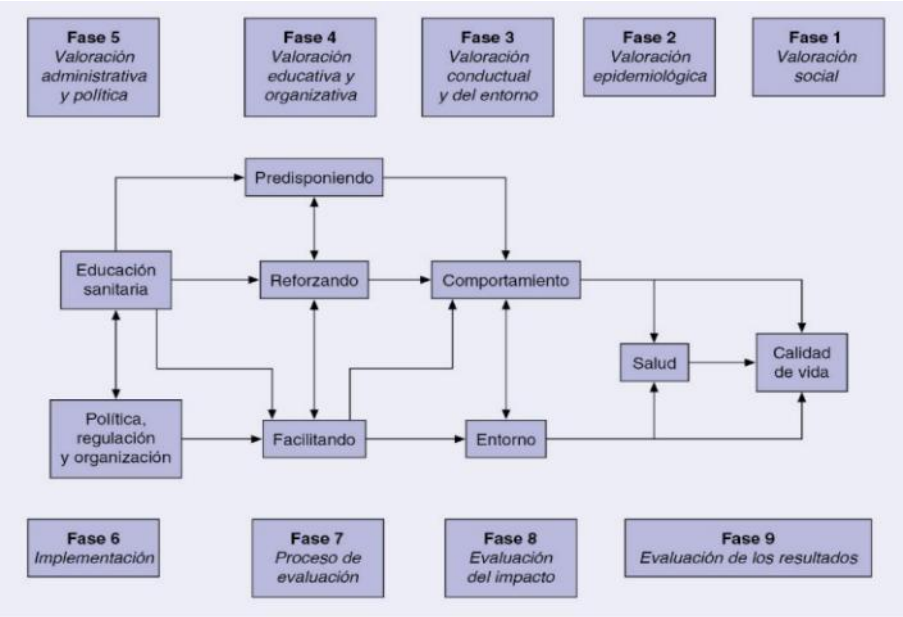


Figura 1. Fuente de elaboración: Green y Kreuter (1991)

Determinantes de los comportamientos en salud

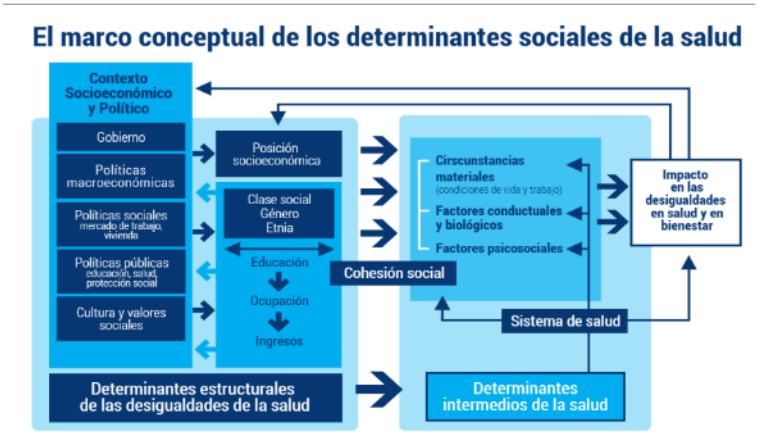
La historia de los determinantes de la salud en Canadá influyó tanto en la orientación de la recopilación de datos sobre la salud poblacional como en las políticas gubernamentales diseñadas para mejorar la salud. Dos movimientos opuestos marcaron estos cambios. La idea de la promoción de la salud surgió del informe Lalonde de 1974, que reconocía que los determinantes de la salud trascendían la salud pública y la atención médica tradicionales, y defendía la importancia de los factores socioeconómicos. La investigación sobre las desigualdades en salud fue liderada por el Instituto Canadiense de Investigación Avanzada en la década de 1980, que arrojó evidencia de las desigualdades en salud según criterios socioeconómicos y abogó por la implementación de políticas para el desarrollo infantil temprano Ambos movimientos han dado forma a la recopilación de información actual y a las políticas que han pasado a denominarse “salud de la población”(Glouberman , S., & Millar, J. 2023)

En este modelo los determinantes de la salud se integran en cuatro dimensiones: la biología humana, el medio ambiente, los hábitos o estilos de vida y la organización de los servicios de salud. La biología humana representa los factores intrínsecos, no modificables como: genética, edad, sexo, raza, etc. El medio ambiente representa los factores externos, son factores modificables, pero sobre los cuales el comportamiento personal tiene un escaso control (calidad del aire y agua, presencia de contaminantes como: ruido, campos electromagnéticos, contaminantes biológicos, etc.) esta dimensión incluye también el entorno psicosocial y cultural. Los hábitos de salud y estilo de vida: representa factores externos y modificables, que en gran parte dependen de las decisiones que tomamos respecto a la salud y por lo tanto sobre las cuales ejercemos un importante grado de control, incluye: la alimentación, el ejercicio físico, el consumo de tabaco, el consumo de alcohol, etc. La organización de los servicios de salud representa el cuarto grupo de determinante, en lo que se refiere a la accesibilidad (económica y geográfica), calidad y suficiencia en sus recursos (INSST, 2025)

El modelo de Lalonde establece que la salud no depende únicamente de los servicios médicos, sino de varios factores interrelacionados. Uno de ellos es el medio ambiente, que incluye las condiciones físicas y sociales en las que vive una persona, y que influye en un 19% en la mortalidad, aunque solo representa el 1.5% del gasto en salud. Otro factor es el estilo de vida, que tiene el mayor impacto en la salud con un 43% en la mortalidad, pero apenas representa el 1.2% del gasto, lo que refleja una

inversión mínima en prevención. La biología humana, que incluye la genética y procesos naturales del cuerpo, influye en un 27% de las muertes y representa un 6.9% del gasto. Por último, el sistema de atención médica tiene un impacto del 11% en la mortalidad, pero absorbe el 90.6% del presupuesto, lo que indica que se invierte más en tratar enfermedades que en prevenirlas. En conjunto, estos datos revelan un desequilibrio entre lo que más influye en la salud y en lo que realmente se gasta (Dávalos, 2020)

Figura 2. Fuente de elaboración: (OPS, 2022)



PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio observacional, analítico y longitudinal entre septiembre de 2023 y septiembre de 2024 en estudiantes de una telesecundaria rural de Zacatecas. Participaron 51 alumnos en la primera y segunda evaluación y 57 en la tercera. El estudio contó con el consentimiento informado de los estudiantes y sus tutores, así como con la aprobación de los Comités de Investigación y Ética de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Zacatecas (CI/UAO-UAZ-2022/00017 y CEI-UAO/UAZ0008-R/2023).La información se recopiló en tres momentos (septiembre de 2023, junio de 2024 y septiembre de 2024) mediante la aplicación del Cuestionario de Salud Bucal de Morales y Orejuela (2019). Posteriormente, se realizó una evaluación clínica individual utilizando el Índice de Higiene Oral Simplificado (IHOS) y el índice de Dientes Cariados, Perdidos y Obturados (CPOD) para determinar el estado de salud bucodental de cada estudiante.

Con base en los resultados obtenidos, se implementaron intervenciones educativas dirigidas a los adolescentes, enfocadas en la promoción de hábitos alimenticios saludables y prácticas adecuadas de higiene bucal, incluyendo técnicas de cepillado, uso de hilo dental y prevención de caries. Los datos fueron procesados en SPSS versión 27 y analizados mediante estadística descriptiva, prueba de Ji-cuadrada (χ^2) y análisis de varianza (ANOVA), considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$.

RESULTADOS

		Primera evaluación	Segunda evaluación	Tercera evaluación
Como considera la salud de sus dientes	Excelente	4.00%	10.00%	13.80%
	Buena	10.00%	72.00%	36.20%
	Regular	44.00%	12.00%	24.10%
	Mala	10.00%	6.00%	12.105
	No sé	32.00%	0.00%	22.80%
Como considera la salud de sus encías	Excelente	2.00%	6.00%	5.30%
	Buena	12.00%	82.00%	24.60%
	Regular	39.00%	8.00%	35.10%
	Mala	9.00%	4.00%	12.30%
	No sé	38.00%	0.00%	22.80%
Utiliza cepillo dental	Si	96.00%	96.00%	98.00%
	No	4.00%	4.00%	1.8%
Utiliza hilo dental	Si	8.00%	50.00%	35.10%
	No	92.00%	50.00%	64.00%
Utiliza enjuague bucal	Si	28.00%	52.00%	25.00%
	No	72.00%	48.00%	75.00%
Utiliza pasta dental	Si	100%	68.00%	93.00%
	No	0.00%	32.00%	7.00%
Utiliza pasta dental con flúor	Si	6.00%	18.00%	3.5%
	No	90.00%	68.00%	35.1%
	No Sé	4.00%	14.00%	61.40%

Tabla 1. Salud bucodental
Fuente: Elaboración propia

La salud bucodental
La percepción de la salud dental mejoró notablemente tras la intervención educativa, ya que la categoría buena aumentó de 10.0% en la primera evaluación a 72.0% en la segunda, mientras que la percepción regular disminuyó de 44.0% a 12.0%. Aunque en la tercera evaluación se observó una reducción de esta percepción positiva (36.2%), los resultados sugieren un efecto favorable de las actividades educativas. De manera similar, la percepción de la salud de las encías mostró una mejoría importante, con un incremento de la categoría buena de 12.0% a 82.0% en la segunda evaluación y una disminución de la categoría regular de 39.0% a 8.0%. Sin embargo, en la evaluación final se observó una disminución de la percepción positiva. Respecto a los hábitos de higiene bucal, el uso de cepillo dental se mantuvo elevado durante todo el estudio (96.0%-98.0%). El uso de hilo dental aumentó de 8.0% a 50.0% tras la intervención y, aunque descendió a 35.1% en la tercera evaluación, permaneció por encima del valor inicial. El uso de enjuague bucal también mejoró temporalmente, pasando de 28.0% a 52.0%, pero regresó a niveles similares a los iniciales en la evaluación final.

También estos hallazgos concuerdan con Cabrera y Montalvo (2021) y Guzmán et al. (2024), quienes reportan que las intervenciones educativas mejoran conocimientos, actitudes y hábitos relacionados con la salud bucal. En particular, los resultados de Cabrera y Montalvo son comparables, ya que reportaron mejoras importantes después de una intervención educativa, pasando de porcentajes altos de conocimientos inadecuados a niveles adecuados posteriores a la intervención. Es importante que la intervención educativa se de manera permanente para tener resultados sostenibles.

Tabla 2. Frecuencia de caries

Caries	Primera evaluación	Segunda evaluación	Tercera evaluación
Cariados	63.8%	63.0%	78.9%
No Cariados	22.4%	22.4%	21.1%

Fuente: Elaboración propia

Caries
La frecuencia de caries fue alta en las tres evaluaciones. En la primera y segunda evaluación se observaron porcentajes similares de estudiantes con caries (63.8% y 63.0%, respectivamente); sin embargo, en la tercera evaluación la frecuencia aumentó a 78.9%. Por el contrario, el porcentaje de estudiantes no cariados se mantuvo prácticamente estable (22.4% y 22.4%) y disminuyó ligeramente a 21.1% en la evaluación final. Valores similares Franco et.al. (2021) donde identificaron 50% en estudiantes de secundaria en Zacatecas, 74% Culiacán y 70% en Monterrey; Trejo (2022) obtuvo prevalencia mayor a los zacatecanos con 85%.Tambiaen estos hallazgos coinciden con lo reportado por Pereyra et al. (2022), quienes encontraron una prevalencia de caries del 87.8% y solo un 12.2% de individuos libres de esta enfermedad. En conjunto, los resultados confirman que la caries dental continúa siendo un importante problema de salud bucal y resaltan la necesidad de fortalecer las acciones preventivas y educativas en la población.

Se recomienda fortalecer las estrategias de prevención de caries mediante programas continuos de educación para la salud bucal, promoción de hábitos adecuados de salud oral y alimentación saludable.

Tabla 3. IHOS

IHOS	Primera evaluación	Segunda evaluación	Tercera evaluación
Excelente	51.7%	98.0%	1.8%
Buena	20.7%	0.00%	22.4%
Regular	12.1%	2.00%	46.6%
Mala	1.7%	0.00%	27.67%

Fuente: Elaboración propia

IHOS
mostró una mejora notable después de la intervención educativa, ya que la categoría excelente aumentó de 51.7% en la primera evaluación a 98.0% en la segunda. Sin embargo, en la tercera evaluación este porcentaje disminuyó a 1.8%, mientras que las categorías regular y mala aumentaron a 46.6% y 27.7%, respectivamente. La higiene bucal, evaluada con IHOS se encontraron valores excelentes en el presente mientras que Franco et.al. (2021) fue buena con porcentajes mayores al 80% y Trejo (2022) se centró en el nivel de higiene regular con 74.7% casos. Con los resultados obtenidos se recomienda a la telesecundaria rural mantener los programas de educación para la salud, reforzando periódicamente las técnicas correctas de cepillado y el uso de auxiliares de higiene oral, así mismos es importante involucrar a padres de familia y docentes en el seguimiento de los buenos hábitos de higiene de los estudiantes y realizar evaluaciones periódicas que permitan monitorear y reforzar las conductas saludables.

CONCLUSIÓN

La determinación de la frecuencia de caries y salud bucal de los estudiantes de la telesecundaria de Genaro Codina, Zacatecas durante dos ciclos escolares (2023-2024 y 2024-2025) permitió identificar que la salud bucodental está influenciada por factores clínicos, sociodemográficos, socioeconómicos y conductuales. Los resultados evidenciaron un contexto rural así como la utilidad de los índices epidemiológicos para valorar el estado de salud oral y detectar necesidades específicas de intervención. Asimismo, las actividades educativas contribuyeron al fortalecimiento de conocimientos y prácticas preventivas relacionadas con la higiene bucal y el autocuidado. Los hallazgos obtenidos confirman que la escuela constituye un escenario estratégico para el desarrollo de programas de promoción y prevención en salud bucodental, debido a su capacidad para facilitar el acceso a información, reforzar conductas saludables y favorecer la participación de los adolescentes en actividades educativas. Sin embargo, la efectividad de estas acciones depende de su continuidad y de la integración de otros actores clave, como la familia, los docentes y los servicios de salud, para fortalecer los cambios conductuales a largo plazo.

No obstante, los cambios observados no siempre se mantuvieron de manera constante a lo largo del seguimiento, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias preventivas continuas y adaptadas a las características de la comunidad escolar. Se concluye que el diagnóstico oportuno, la educación para la salud, el seguimiento periódico y la participación conjunta de estudiantes, familias, docentes e instituciones de salud constituyen elementos fundamentales para promover hábitos saludables, prevenir enfermedades bucodentales y mejorar la calidad de vida de los adolescentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Almeida De San Antonio De Ibarra"* Pontificia Universidad Catolica Del Ecuador]. Https://Repositorio.Puce.Edu.Ec/Server/Api/Core/Bitstreams/1ea9e26a-D453-4fde-Aebb-50041a56a073/Content
2. Basso, M. L. (2019). Conceptos Actualizados En Cariología. *Asociación Odontológica* Https://Docs.Bvsalud.Org/Biblioref/2019/06/998725/5-Conceptos-Actualizados-En-Cariologia.Pdf
3. Bueno-Alegría, J. A., Gutiérrez-Rojo, J. F., Guerrero-Castellón, M. P., & García-Rivera, R. N. (2019). Índice CPOD Y Ceo-D De Estudiantes De Una Escuela Primaria De La Ciudad De Tepic, Nayarit. *Revista Latinoamericana De Ortodoncia Y Odontopediatría*
4. Canga, S.-M., & Yaselga, P.-O. D. (2024). *"Hábitos Alimentarios En Adolescentes De La Unidad Educativa Víctor Mideros*
5. Cevallos Ponce, K., Ibarra Palma, J., Bernal Álava, Á., Ayoví Bernal, M., Moran Angulo, C., & (2025). Estrategia Educativa De Hábitos E Higiene Bucal Y Su Contribución En El Rendimiento Académico De Los Estudiantes De La Básica Media. *Polo Del Conocimiento Revista Multidisciplinar Y Estudios Aplicados*, *10(5)*, 3-22. Https://Doi.Org/Https://Doi.Org/10.23857/Pc.V10i5.9414
6. Dávalos, R.-M. D. L. (2020). Diagnóstico De Salud
7. Determinantes De La Salud *BINASSS CCSS*, *2*. Https://Www.Binasss.Sa.Cr/Opac-Ms/Media/Digitales/Diagn%C3%B3stico%20de%20salud.%20Los%20determinantes%20de%20la%20salud.Pdf
8. Espinosa González, L., Gómez Capote, I., Barciela González-Longoria, M. D. L. C., & González Ramos, R. M. (2024). Prevalencia Y Severidad De La Caries Dental En Adolescentes. *Revista Cubana De Estomatología*, *61*. Http://Scielo.Sld.Cu/Scielo.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0034-75072024000100006&Nrm=Iso
9. Franco-Trejo;, C. S., Macías-Salazar;, M. I., Álvarez-Morales;, G. M., Falcón-Reyes:, L. P., Álvarez;, A. K. G., Medrano-Cortés;, E., Lizárraga-Rodríguez;, D., & Solís-Soto;, J. M. (2021). Caries E Ihos En Estudiantes De Secundarias Públicas De Zacatecas, Sinaloa Y Nuevo Leon. *Ciencia En La Frontera*. Https://Erevistas.Uacj.Mx/Ojs/Index.Php/Cienciafrontera/Article/View/3537

10. Glouberman-Sholom;, & Millar-John. (2023, 2023). Evolution Of The Determinants Of Health, Health Policy, And Health
11. Herrera, P. (2023, Marzo 21, 2023). El Desafío De La Salud Dental En La Adolescencia. *UNAM Global*. Https://Unamglobal.Unam.Mx/Global_Revista/El-Desafio-De-La-Salud-Dental-En-La-Adolescencia/
12. Https://Www.Ortodoncia.Ws/Publicaciones/2019/Art-17/
13. Https://Www.Ortodoncia.Ws/Publicaciones/2019/Art-17/
14. Information Systems In Canada. *Revista Estadounidense De Salud Pública 93*, 382-392. Https://Doi.Org/Https://Ajph.Aphapublications.Org/Doi/Abs/10.2105/AJPH.93.3.388
15. Information Systems In Canada. *Revista Estadounidense De Salud Pública 93*, 382-392. Https://Doi.Org/Https://Ajph.Aphapublications.Org/Doi/Abs/10.2105/AJPH.93.3.388
16. Information Systems In Canada. *Revista Estadounidense De Salud Pública 93*, 382-392. Https://Doi.Org/Https://Ajph.Aphapublications.Org/Doi/Abs/10.2105/AJPH.93.3.388
17. INSST, I. N. D. S. Y. S. E. E. T. (2025). *Concepto Y Determinantes De La Salud. El Trabajo Como Determinante De Lam Salud. La Promoción De La Salud En El Trabajo: Concepto Y Principios De Actuación. La Red Española De Empresas Saludables*. Retrieved 2025 From Https://Www.Insst.Es/Documents/94886/4154780/Tema%2021.%20Concepto%20y%20determinantes%20de%20la%20salud.Pdf
18. *Jóvenes Adultos De 18 A 35 Años En Consultorio*
19. Kortemeyer , B. (2012). Técnicas De Cepillado Y Ámbitos De Aplicación. *(Quintessenz Team-Journal. 2010;40:441-5)*, *25*, 40,45 File:///C:/Users/Anita/Downloads/S0214098512001523.Pdf
20. Márquez-Pérez;, K., Zúñiga-López;, C. M., Torres-Rosas;, R., & Argueta-Figueroa, L. (2023). Prevalencia Reportada De Caries Dental
21. Mexico, G. D. (2014). *Segundo Informe De Gobierno*. Http://Www.Dged.Salud.Gob.Mx/Contenidos/Dess/Descargas/Inf_Gob/2do_Informe_Gobierno.Pdf
22. *Odontológico Rafael Moyobamba - 2022* Universidad Señor De Sipán]. Https://Repositorio.Uss.Edu.Pe/Bitstream/Handle/20.500.12802/13281/Villacorta%20Rios%20Maria%20&%20Ramirez%20Fernandez%20Luz.Pdf?Sequence=12
23. *Odontológico Rafael Moyobamba - 2022* Universidad Señor De Sipán]. Https://Repositorio.Uss.Edu.Pe/Bitstream/Handle/20.500.12802/13281/Villacorta%20Rios%20Maria%20&%20Ramirez%20Fernandez%20Luz.Pdf?Sequence=12
24. OMS. (2009). DETERMINANTES SOCIALES.Https://Www.Paho.Org/Es/Temas/Determinantes-Sociales-Salud
25. OMS. (2022). Https://Www.Who.Int/Es/News-Room/Fact-Sheets/Detail/Oral-Health
26. OPS,2022 Determinantes Sociales De Salud. Https://Www.Paho.Org/Es/Temas/Determinantes-Sociales-Salud#Datos
27. Palmar-Santos, A. M. (2014). *Métodos Educativos De Salud*. Https://Www.Berri.Es/Pdf/METODOS%20EDUCATIVOS%20EN%20SALUD/9788413821986
28. *Revista Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*. En Niños Y Adolescentes Mexicanos. Https://Europepmc.Org/Backend/Ptpmcrender.Fcgi?Accid=PMC10599778&Blobtype=Pdf
29. Rivera, L. O., Rivera, L. I. C., & Bonilla, A. C. A. (2020). Determinantes Del Acceso A Los Servicios De Salud Y Adherencia Al Tratamiento De La Tuberculosis. *REVISTA CUBANA DE SALUD PUBLICA*, *46*. Https://Www.Scielosp.Org/Pdf/Rcsp/2020.V46n4/E1990/Es
30. Rizzo Rubio, L., Torres Cadavid, A., & Martínez Delgado, C. (2016). Comparación De Diferentes Técnicas De Cepillado Para La Higiene Bucal. *Rev. CES Odont* Http://Www.Scielo.Org.Co/Pdf/Ceso/V29n2/V29n2a07.Pdf
31. Rojas Salazar, R. V., Betzabeth Barros, A. M. ., Palima Gonzáles, Z. M., & Bello Luzardo, N. (2024). Patologías Bucales Observadas En Radiografías Panorámicas En Los Pacientes Que Concurren A La Clínica Integral Del Adulto Del Área De Odontología *MAS VITA*, *6(3),* , 62–74.
32. SALUD, I. D. S. P. D. D. D., & NAVARRA, D. G. D. (2016). *INSTRUMENTOS Y MODELOS DE BUENAS PRÁCTICAS*. Retrieved From Https://Www.Uco.Es/Docencia/Grupos/Saludpsico/Wp-Content/Uploads/2015/10/Conceptos-Areas-De-Intervencion-Materiales-Del-GOBIERNO-DENAVARRA.Pdf#:~:Text=Transiciones%20vitales%2C%20como%20el%20embarazo%2C%20la%20infancia,Y%20escenarios%20con%20posibilidades%20de%20educaci%C3%B3n%20intencional:

33. Villacorta-Rios, M. S., & Ramirez-Fernandez, L. M. (2024). *Nivel De Conocimiento Sobre La Salud E Higiene Bucal En*

EFECTO DEL BLOQUEO DEL RECEPTOR IGF-1R SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN UN MODELO DE SÍNDROME METABÓLICO INDUCIDO POR DIETA

Fernando Rodríguez Andrade, Lorena Milflores Flores, Alfonso Daniel Diaz Fonseca, Berenice Venegas Meneses

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
ra224470481@alm.buap.mx

RESUMEN

El síndrome metabólico (SMet) es una condición multifactorial caracterizada por obesidad central, resistencia a la insulina (RI), hipertensión y dislipidemia, lo que incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer. La RI también se asocia con alteraciones reproductivas, incluyendo hiperandrogenismo, irregularidades del ciclo estral y disfunción ovárica. En este contexto, el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1) y su receptor (IGF-1R) desempeñan un papel importante en la regulación del desarrollo folicular y la esteroidogénesis ovárica.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del bloqueo del receptor IGF-1R sobre la ciclicidad estral y la ovulación en un modelo experimental de SM inducido por una dieta hiperglucídica. Para ello, se utilizaron ratas hembra de la cepa Long-Evans recién destetadas alimentadas durante 90 días con una dieta normoglucídica (DNG) o una dieta hiperglucídica (DHG). Posteriormente, se realizó la administración intrabursal de Ganitumab (AMG479), un antagonista selectivo de IGF-1R, durante diferentes fases del ciclo estral.

Los animales alimentados con DHG desarrollaron alteraciones metabólicas compatibles con el SM, evidenciadas por hiperglucemia en ayuno (134.0 ± 20.17 vs 73.80 ± 3.57 mg/dL), hiperinsulinemia (26.12 ± 6.28 vs 9.84 ± 0.54 µU/mL) y un incremento significativo del índice HOMA-IR (1.53 ± 0.31 vs 0.43 ± 0.03; p=0.0148), confirmando la presencia de RI. Asimismo, presentaron alteraciones en la ciclicidad estral y una disminución significativa en la tasa de ovulación.

La administración de AMG479 no modificó la ciclicidad estral ni la ovulación en los animales DNG. En contraste, aunque solo un animal del grupo DHG presentó ovulación al momento del sacrificio, aproximadamente el 70 % de los animales mostró proestro vaginal, fase que no había sido observada previamente al bloqueo ovárico del receptor IGF-1R. Estos resultados sugieren que la señalización mediada por IGF-1R participa en la regulación de la actividad ovárica alterada por el síndrome metabólico y que su bloqueo favorece parcialmente la recuperación de la ciclicidad estral, aunque sin restaurar la ovulación durante el periodo experimental evaluado.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, las enfermedades no transmisibles se han convertido en una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. Entre ellas destaca el SMet, también conocido como síndrome X o síndrome de Reaven, el cual comprende un conjunto de alteraciones metabólicas que incluyen obesidad, RI, dislipidemia, hipertensión e hiperglucemia, incrementando el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer[1–4].
La fisiopatología del SMet está influenciada por factores genéticos, epigenéticos y ambientales, entre los que destacan el sedentarismo y el consumo frecuente de dietas hipercalóricas ricas en azúcares simples y grasas saturadas[3,4]. Una de las alteraciones centrales del síndrome es la RI, definida como la disminución de la capacidad de los tejidos periféricos para responder adecuadamente a esta hormona, lo que favorece estados de hiperinsulinemia compensatoria[6,7].

La RI y la hiperinsulinemia también se han relacionado con alteraciones reproductivas femeninas. Se ha demostrado que la insulina puede actuar como una co-gonadotropina, potenciando la

producción de andrógenos en las células de la teca y contribuyendo al hiperandrogenismo característico de trastornos como el síndrome de ovario poliquístico[5]. Asimismo, la hiperinsulinemia disminuye la síntesis hepática de la globulina transportadora de hormonas sexuales (SHBG), incrementando la biodisponibilidad de los esteroides sexuales circulantes[5].

El factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1) es un péptido hormonal estructuralmente relacionado con la insulina que participa en procesos como proliferación, diferenciación y supervivencia celular. El sistema IGF está integrado por IGF-1, sus proteínas de unión (IGFBPs) y el receptor IGF-1R, y desempeña un papel importante en la regulación del crecimiento folicular, la esteroidogénesis y la función reproductiva[8–15].

En condiciones de hiperinsulinemia se reduce la expresión de IGFBP-1, incrementando la disponibilidad de IGF-1 libre y favoreciendo la activación de IGF-1R. Este fenómeno se ha asociado con alteraciones en la función ovárica y trastornos reproductivos observados en enfermedades metabólicas[11,15].

El Ganitumab (AMG479) es un anticuerpo monoclonal humano recombinante que bloquea la unión de IGF-1 e IGF-2 al receptor IGF-1R, promoviendo su internalización y degradación sin reaccionar de forma cruzada con el receptor de insulina[16–20].

En nuestro grupo de trabajo se ha desarrollado un modelo experimental de SMet inducido por una dieta hiperglucídica en ratas hembra Long-Evans. Este modelo reproduce alteraciones metabólicas características del síndrome, incluyendo hiperglucemia, hiperinsulinemia y RI, además de alteraciones reproductivas como hiperandrogenismo, hiperestrogenismo, irregularidades en la ciclicidad estral y disminución de la ovulación[21,22].

Sin embargo, la participación específica del receptor IGF-1R en las alteraciones ováricas asociadas a este modelo aún no ha sido completamente esclarecida. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del bloqueo del receptor IGF-1R mediante la administración intrabursal de Ganitumab sobre la ciclicidad estral y la ovulación en ratas con SMet inducido por una dieta hiperglucídica.

TEORÍA

La función reproductiva femenina depende de la interacción coordinada entre el eje hipotálamo-hipófisis-gónada y diversos mecanismos de regulación intraováricos. En este eje, la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) estimula la secreción hipofisaria de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), las cuales regulan el crecimiento folicular, la esteroidogénesis y la ovulación[23–26].

En la rata hembra, la actividad reproductiva se organiza en el ciclo estral, integrado por las fases de proestro, estro, metaestro y diestro. Cada una de estas fases presenta características endocrinas y citológicas particulares que reflejan cambios dinámicos en la actividad ovárica. Durante el proestro, los folículos dominantes alcanzan la etapa preovulatoria y se produce un incremento progresivo en la secreción de estradiol. Este aumento sostenido de estradiol genera una retroalimentación positiva sobre el eje hipotálamo-hipófisis, induciendo el pico preovulatorio de LH responsable de desencadenar la ovulación. El estro corresponde a la fase periovulatoria, mientras que durante el metaestro y el diestro predomina la actividad funcional del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona[27–29].

El desarrollo folicular constituye un proceso continuo que involucra la transición de folículos primordiales a folículos preovulatorios. Durante este proceso, las células de la granulosa y de la teca proliferan, adquieren sensibilidad a las gonadotropinas y desarrollan la capacidad de sintetizar hormonas esteroides. La adecuada coordinación entre señales endocrinas, paracrinas y autocrinas permite la selección del folículo dominante y la adquisición de competencia ovulatoria[30,31].

Los modelos animales de SMet han permitido estudiar la relación entre alteraciones metabólicas y función reproductiva. Particularmente, el modelo desarrollado en ratas hembra de la cepa Long Evans alimentadas con una dieta hiperglucídica reproduce alteraciones metabólicas compatibles con RI, así como cambios reproductivos caracterizados por hiperandrogenismo, hiperestrogenismo, irregularidades en la ciclicidad estral y disminución de la ovulación[32,33].

Además de las gonadotropinas, diversos factores de crecimiento participan en la regulación de la función ovárica. Entre ellos, el IGF-1 desempeña un papel fundamental en el crecimiento folicular y en la respuesta ovárica a las gonadotropinas. Este sistema está integrado por IGF-1, sus proteínas de unión (IGFBPs) y el receptor IGF-1R, cuya expresión ha sido descrita en células de la granulosa y de la teca durante distintas etapas del desarrollo folicular[34–37].

Se ha demostrado que la activación de IGF-1R potencia la acción de FSH sobre las células de la granulosa, favoreciendo la proliferación celular, la diferenciación folicular y la producción de estradiol. Asimismo, la señalización mediada por IGF-1R activa vías intracelulares como PI3K/AKT y MAPK, involucradas en procesos de supervivencia celular, crecimiento folicular y maduración ovocitaria. Debido a estas funciones, el sistema IGF es considerado uno de los principales moduladores intraováricos de la foliculogénesis y de la competencia ovulatoria[28,31,38–41].

La relevancia fisiológica de este sistema se hace particularmente evidente en condiciones metabólicas alteradas. En estados de RI e hiperinsulinemia se ha descrito una disminución en la concentración de IGFBP-1, incrementando la biodisponibilidad de IGF-1 libre y favoreciendo una mayor activación de IGF-1R. Este fenómeno se ha asociado con alteraciones en la función ovárica, incluyendo hiperandrogenismo, anovulación y trastornos de la ciclicidad reproductiva[42–44].

Considerando que la señalización mediada por IGF-1R participa tanto en la regulación del crecimiento folicular como en la respuesta ovárica a las gonadotropinas, se ha propuesto que este receptor podría constituir un punto de convergencia entre las alteraciones metabólicas y la disfunción reproductiva observadas durante el síndrome metabólico. Sin embargo, la participación específica de IGF-1R en las alteraciones ováricas asociadas a esta condición aún no ha sido completamente esclarecida.

El Ganitumab (AMG479) es un anticuerpo monoclonal humano recombinante que bloquea la unión de IGF-1 e IGF-2 al receptor IGF-1R, promoviendo su internalización y degradación sin reaccionar de forma cruzada con el receptor de insulina[45–48]. Debido a su elevada especificidad, AMG479 constituye una herramienta experimental útil para evaluar la participación de la señalización mediada por IGF-1R en la regulación de la función ovárica bajo condiciones fisiológicas y patológicas.

PARTE EXPERIMENTAL

Se utilizaron ratas hembras de la cepa Long-Evans recién destetadas, mantenidas en condiciones controladas de iluminación (14 h luz:10 h oscuridad; luces encendidas de las 05:00 a las 19:00 h) y temperatura (22 ± 2 °C). El manejo de los animales se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, referente a las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio.

Los animales se alojaron en camadas de cinco individuos por caja, permanecieron con la madre hasta los 24 días de edad y posteriormente tuvieron acceso ad libitum a alimento y agua. Se asignaron aleatoriamente a uno de los siguientes grupos experimentales:

- Grupo Dieta Normoglucídica (DNG): animales recién destetados alimentados durante tres meses con una dieta balanceada (LabDiet 5001), con un aporte energético de 4.87 g de carbohidratos.

- Grupo Dieta Hiperglucídica (DHG): animales recién destetados alimentados durante tres meses con una dieta con un aporte energético de 7.14 g de carbohidratos, tiempo necesario para inducir el síndrome metabólico[9].

Parámetros reproductivos: La apertura vaginal se monitoreó diariamente a partir de los 30 días postnatales. Una vez observada la apertura vaginal, se realizaron frotis vaginales diarios para determinar la fase del ciclo estral mediante citología vaginal. El seguimiento se mantuvo hasta el momento del sacrificio.

Procedimiento quirúrgico: Las cirugías se realizaron durante las fases de diestro y estro entre las 13:00 y las 14:00 h, en animales que presentaron al menos tres ciclos estrales consecutivos previos al procedimiento. Los animales fueron anestesiados con isoflurano y se realizaron incisiones dorsales bilaterales que involucraron piel y músculo. Posteriormente, se exteriorizó cada ovario a través de la bursa ovárica[10]. Con ayuda de una jeringa Hamilton de 100 µL (Hamilton, USA), una aguja calibre 29 G y una bomba de infusión Nanoject Stepper Motorized (Stoelting Co., USA), calibrada para administrar 20 µL en 20 s, se inyectó en la bursa ovárica vehículo (PBS) o Ganitumab (AMG479), antagonista selectivo del receptor IGF-1R.

Como controles quirúrgicos se incluyeron grupos sometidos a una cirugía simulada (Sham), en los cuales únicamente se realizaron las incisiones en piel y músculo sin manipulación ovárica.

Eutanasia y evaluación de la ovulación: Los animales fueron sacrificados durante el siguiente estro vaginal observado después del procedimiento quirúrgico. La eutanasia se realizó mediante decapitación entre las 10:00 y las 11:00 h. Durante la autopsia se registró la presencia de ovulación mediante la identificación de ovocitos en los oviductos y se obtuvieron los ovarios para su posterior análisis.
Análisis estadístico: Los datos se expresaron como media ± error estándar de la media (EEM). Las diferencias entre grupos se analizaron mediante prueba t de Student, ANOVA de una vía o prueba exacta de Fisher, según correspondiera. Se consideró diferencia estadísticamente significativa cuando $p < 0.05$.

RESULTADOS

Apertura vaginal y ciclicidad estral

Con la finalidad de determinar si el consumo de una dieta hiperglucídica modifica la llegada a la pubertad, se evaluó la edad de apertura vaginal (AV) en los grupos DNG y DHG. Los animales alimentados con DNG presentaron una AV a los 41.05 ± 0.94 días postnatales, mientras que los animales del grupo DHG la presentaron a los 39.74 ± 0.96 días. No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos (prueba t de Student, $p = 0.34$) (Figura 1).

Posteriormente, se evaluó la ciclicidad estral mediante citología vaginal. Se encontró que 23 de 25 animales del grupo DNG presentaron al menos tres ciclos estrales consecutivos previos a la cirugía, mientras que únicamente 1 de 21 animales del grupo DHG cumplió con este criterio. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (prueba exacta de Fisher, $p < 0.0001$) (Figura 6), indicando que la dieta hiperglucídica altera de manera importante la ciclicidad estral.

Asimismo, la representación gráfica del ciclo estral mostró que la administración intrabursal de AMG479 favoreció la recuperación de la fase de proestro en los animales alimentados con dieta hiperglucídica (Figura 2 y 3), sugiriendo una mejoría parcial en la dinámica cíclica ovárica.

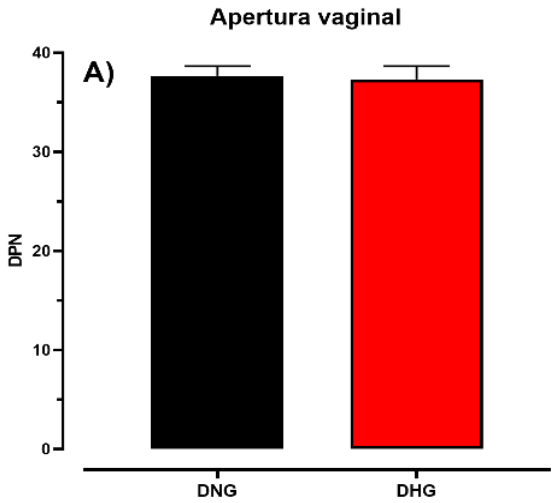


Figura 1. Edad de apertura vaginal (AV), utilizada como indicador de la llegada a la pubertad, en ratas alimentadas con dieta normoglucídica (DNG) y dieta hiperglucídica (DHG). Los datos se expresan como media ± error estándar de la media (EEM). No se observaron diferencias significativas entre los grupos (prueba t de Student, p = 0.34).

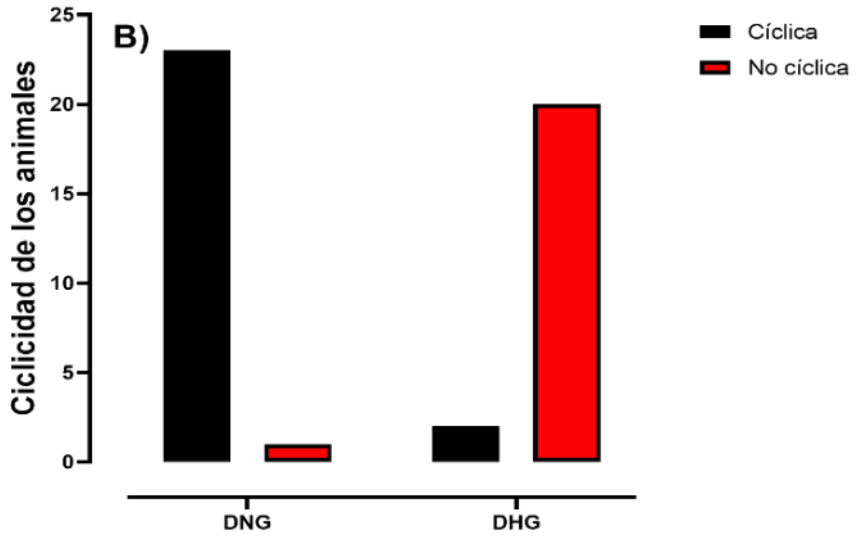


Figura 2. Efecto de la dieta hiperglucídica sobre la ciclicidad estral. Se muestra el número de ciclos estrales regulares e irregulares registrados en las ratas de los grupos dieta normoglucídica (DNG) y dieta hiperglucídica (DHG) previo al procedimiento quirúrgico. Los animales del grupo DHG presentaron una disminución significativa en el número de ciclos regulares respecto al grupo DNG ($p < 0.0001$; prueba exacta de Fisher).

Ovulación y número de ovocitos liberados

La ovulación fue evaluada mediante la presencia de ovocitos en los oviductos al momento del sacrificio realizado en estro. En los animales intervenidos durante la fase de estro, el 100 % de las hembras del grupo DNG + Vh presentó ovulación espontánea, mientras que en el grupo DNG + AMG479 este porcentaje fue de 66 %. En contraste, únicamente el 25 % de las hembras del grupo DHG + Vh y el 17 % de las hembras del grupo DHG + AMG479 presentaron ovulación espontánea (Figura 4).

Cuando la administración se realizó durante la fase de diestro, el 100 % de las hembras de los grupos DNG + Vh y DNG + AMG479 presentaron ovulación espontánea. Por el contrario, únicamente el 25 % de las hembras del grupo DHG + Vh presentó ovulación, mientras que ninguna de las hembras del grupo DHG + AMG479 ovuló (Figura 4).

Adicionalmente, se realizó el conteo de ovocitos recuperados de los oviductos (Figura 5). En los animales intervenidos durante diestro se observaron diferencias significativas entre el grupo DNG + Vh y los grupos DNG + AMG479 (ANOVA de una vía, p = 0.0367), DHG + Vh (p = 0.016) y DHG + AMG479 (p = 0.0172). Por otra parte, cuando la administración se realizó en estro, el grupo DNG + Vh presentó diferencias significativas respecto a los grupos DHG + Vh y DHG + AMG479 (ANOVA de una vía, p = 0.0017 para ambas comparaciones)

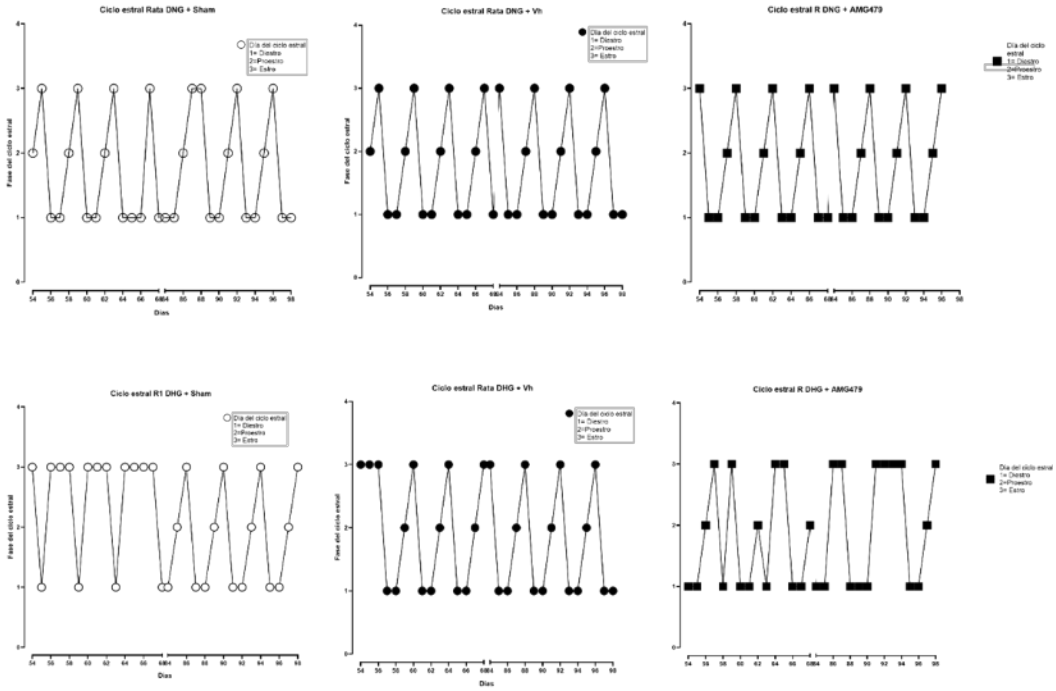


Figura 3. Representación gráfica de los ciclos estrales de animales representativos de los diferentes grupos experimentales. Las fases del ciclo estral fueron determinadas mediante citología vaginal diaria. Cada punto corresponde a la fase observada en un día de seguimiento. Se muestran las fases de proestro, estro, diestro registradas durante el periodo experimental. Los animales alimentados con dieta hiperglucídica presentaron alteraciones en la ciclicidad estral, mientras que la administración de AMG479 favoreció la reaparición de la fase de proestro.

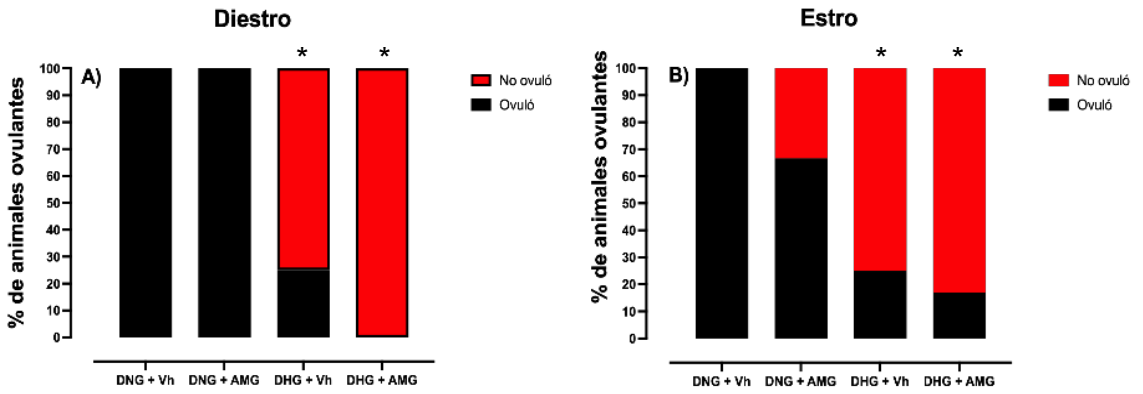


Figura 4. Tasa de animales ovulantes (TAO) en los grupos dieta normoglucídica tratados con vehículo (DNG + Vh) o AMG479 (DNG + AMG479) y dieta hiperglucídica tratados con vehículo (DHG + Vh) o AMG479 (DHG + AMG479). La ovulación se determinó mediante la presencia de ovocitos en los oviductos al momento del sacrificio. $p < 0.0001$, prueba exacta de Fisher.

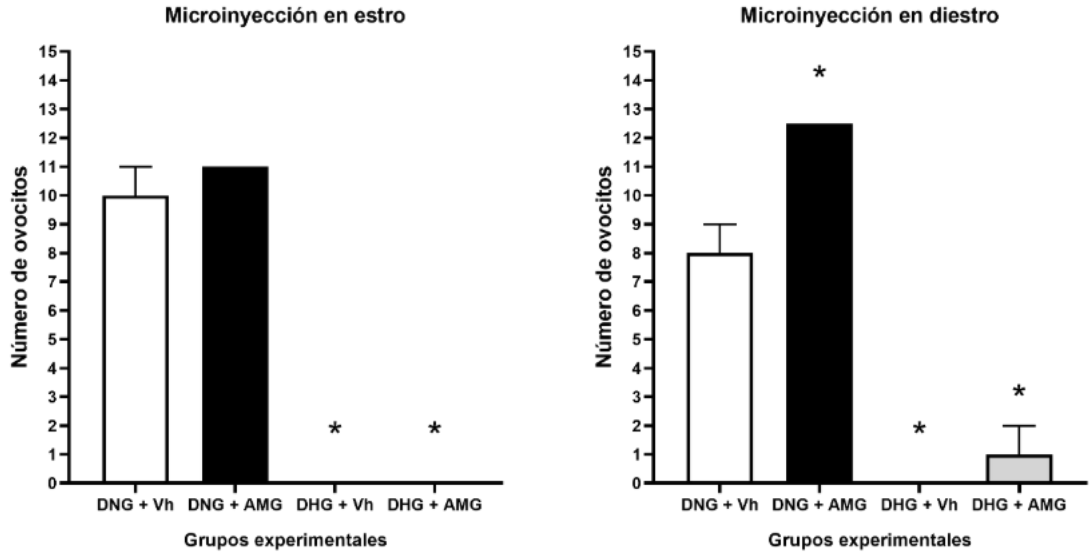


Figura 5. Número de ovocitos recuperados de los oviductos en los grupos DNG + Vh, DNG + AMG, DHG + Vh y DHG + AMG. (A) Animales intervenidos durante diestro. (B) Animales intervenidos durante estro. Los datos se expresan como media ± EEM. Las diferencias entre grupos se analizaron mediante ANOVA de una vía. $p < 0.05$.

CONCLUSIONES

La administración de una dieta hiperglucídica durante 90 días indujo alteraciones reproductivas en ratas hembra Long-Evans adultas, caracterizadas por irregularidades en la ciclicidad estral y una disminución en la capacidad ovulatoria.

El bloqueo agudo del receptor IGF-1R mediante la administración intrabursal de Ganitumab (AMG479) no modificó la ciclicidad estral ni la ovulación en los animales alimentados con dieta normoglucídica al siguiente estro vaginal

En los animales con SMet, el bloqueo de IGF-1R favoreció una recuperación parcial de la ciclicidad estral, evidenciada por la reaparición de la fase de proestro. Sin embargo, este efecto no fue suficiente para restaurar la ovulación durante el periodo experimental evaluado.
En conjunto, estos resultados sugieren que la señalización mediada por IGF-1R participa en las alteraciones de la dinámica cíclica ovárica observadas en el SMet, aunque su bloqueo no permite la recuperación inmediata de la función ovulatoria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberti, K. G., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., Fruchart, J. C., James, W. P., Loria, C. M., Smith, S. C., Jr, International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention, National Heart, Lung, and Blood Institute, American Heart Association, World Heart Federation, International Atherosclerosis Society, & International Association for the Study of Obesity (2009). Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. Circulation, 120(16), 1640–1645.
2. Hiriart-Urdanivia, M., Sánchez-Soto, C., Velasco, M., Sabido-Barrera, J., & Ortiz-Huidobro, R. I. (2019). El receptor soluble de insulina y el síndrome metabólico. Gaceta medica de Mexico, 155(5), 541–545.
3. Bustamante-Villagómez, S. K., Vásquez-Alvarez, S., Gonzalez-Mejia, M. E., Porchia, L. M., Herrera-Fomperosa, O., Torres-Rasgado, E., Ruiz-Vivanco, G., & Pérez-Fuentes, R. (2021). Asociación entre síndrome metabólico, nivel socioeconómico y calidad de vida en mexicanos [Association between metabolic syndrome, socioeconomic status and quality of life in mexicans]. Revista medica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 59(6), 490–499.
4. Pérez-Herrera, A., & Cruz-López, M. (2019). Situación actual de la obesidad infantil en México [Childhood obesity: current situation in Mexico]. Nutricion hospitalaria, 36(2), 463–469.
5. Sanchez-Garrido, M. A., & Tena-Sempere, M. (2020). Metabolic dysfunction in polycystic ovary syndrome: Pathogenic role of androgen excess and potential therapeutic strategies. Molecular metabolism, 35, 100937.
6. Liang, F. J., Wu, X. K., Qu, J. W., Ke, L., Sun, J., & Wang, Y. (2009). Response of IGF and IL-6 to ovarian stimulation in PCOS and normal women. Systems biology in reproductive medicine, 55(5-6), 227–235.
7. Beltran, P., Calzone, F., Mitchell, P., Chung, Y., Cajulis, E., Moody, G., Belmontes, B., Li, C. M., Vonderfecht, S., Velculescu, V., Yang, G., Qi, J., Slamon, D. J., & Konecny, G. (2014). Ganitumab (AMG 479) inhibits IGF-II-dependent ovarian cancer growth and potentiates platinum-based chemotherapy. Clinical cancer research: an official journal of the American Association for Cancer Research, 20(11), 2947–2958
8. Velázquez Martínez, A. (2024). Evaluación hormonal y ritmo del ciclo estral en el síndrome metabólico inducido por una dieta hiperglúcida. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
9. Treviño, S., Aguilar-Alonso, P., Flores Hernández, J. A., Brambila, E., Guevara, J., Flores, G., Lopez-Lopez, G., Muñoz-Arenas, G., Morales-Medina, J. C., Toxqui, V., Venegas, B., & Diaz, A. (2015). A high calorie diet causes memory loss, metabolic syndrome and oxidative stress into hippocampus and temporal cortex of rats. Synapse (New York, N.Y.), 69(9), 421–433.
10. Venegas-Meneses, B., Padilla, J. F., Juárez, C. E., Morán, J. L., Morán, C., Rosas-Murrieta, N. H., Handal, A., & Domínguez, R. (2015). Effects of ovarian dopaminergic receptors on ovulation. Endocrine, 50(3), 783–796.
11. Saklayen, M. G. (2018). The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. In Current Hypertension Reports (Vol. 20, Number 2). Current Medicine Group LLC 1.

12. Fahed, G., Aoun, L., Zerdan, M. B., Allam, S., Zerdan, M. B., Bouferraa, Y., & Assi, H. I. (2022). Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. In International Journal of Molecular Sciences (Vol. 23, Number 2). MDPI.
13. Lee, S. H., Park, S. Y., & Choi, C. S. (2022). Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. In Diabetes and Metabolism Journal (Vol. 46, Number 1, pp. 15–37). Korean Diabetes Association.
14. Abraham Gnanadass, S., Divakar Prabhu, Y., & Valsala Gopalakrishnan, A. (2021). Association of metabolic and inflammatory markers with polycystic ovarian syndrome (PCOS): an update. In Archives of Gynecology and Obstetrics (Vol. 303, Number 3, pp. 631–643). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
15. Biadgo, B., Tamir, W., & Ambachew, S. (2020). Insulin-like growth factor and its therapeutic potential for diabetes complications-mechanisms and metabolic links: A review. In Review of Diabetic Studies (Vol. 16, Number 1, pp. 24–34). Society for Biomedical Diabetes Research.
16. Kiernan, K., Alwarawrah, Y., Nichols, A. G., Danzaki, K., & MacIver, N. J. (2024). Insulin and IGF-1 have both overlapping and distinct effects on CD4+ T cell mitochondria, metabolism, and function. Scientific Reports, 14(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-54836-w
17. Adashi, E. Y. (1992). Intraovarian Regulation: the IGF-I Example*. In Reprod. Fertil. Dev (Vol. 4).
18. Myers, M. G., Zhang, Y., Aldaz, G. A. I., Grammer, T., Glasheen, E. M., Yenush, L., Wang, L. M., Sun, X. J., Blenis, J., Pierce, J. H., & White, M. F. (1996). YMXM Motifs and Signaling by an Insulin Receptor Substrate 1 Molecule without Tyrosine Phosphorylation Sites. In MOLECULAR AND CELLULAR BIOLOGY (Vol. 16, Number 8).
19. White, M. F. (2002). invited review IRS proteins and the common path to diabetes.
20. Piau, T. B., de Queiroz Rodrigues, A., & Paulini, F. (2023). Insulin-like growth factor (IGF) performance in ovarian function and applications in reproductive biotechnologies. In Growth Hormone and IGF Research (Vols. 72–73). Churchill Livingstone.
21. Jin, Y., Sun, F., Yang, A., Yu, X., Li, Y., Liang, S., Jing, X., Wang, K., Zhang, L., Xiao, S., Zhang, W. C., Wang, X., Zhao, G., & Gao, B. (2023). Insulin-like growth factor binding protein-1 and insulin in polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. In Frontiers in Endocrinology (Vol. 14). Frontiers Media SA.
22. Magoffin, D. A., & Weitsman, S. R. (1993). Differentiation of Ovarian Theta-Interstitial Cells in Vitro: Regulation of 17a-Hydroxylase Messenger Ribonucleic Acid Expression by Luteinizing Hormone and Insulin-Like Growth Factor-I*.
23. Baumgarten, S. C., Convissar, S. M., Fierro, M. A., Winston, N. J., Scoccia, B., & Stocco, C. (2014). IGF1R signaling is necessary for FSH-induced activation of AKT and differentiation of human cumulus granulosa cells. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 99(8), 2995–3004.
24. Li, X., Lin, S., Yang, X., Chen, C., Cao, S., Zhang, Q., Ma, J., Zhu, G., Fang, Q., Zheng, C., Liang, W., & Wu, X. (2024). When IGF-1 Meets Metabolic Inflammation and Polycystic Ovary Syndrome. In International Immunopharmacology (Vol. 138). Elsevier B.V.
25. Cao, J., & Yee, D. (2021). Disrupting insulin and IGF receptor function in cancer. In International Journal of Molecular Sciences (Vol. 22, Number 2, pp. 1–13). MDPI AG.
26. Martínez, P., Sales Fidalgo, P. A., & Felip, E. (2014). Ganitumab for the treatment of small-cell lung cancer. Expert Opinion on Investigational Drugs, 23(10), 1423–1432.
27. Wu, J. D., Odman, A., Higgins, L. M., Haugk, K., Vessella, R., Ludwig, D. L., & Plymate, S. R. (2005). In vivo Effects of the HumanType I Insulin-Like Growth Factor Receptor Antibody A12 on Androgen-Dependent and Androgen-Independent Xenograft Human ProstateTumors.
28. Beltran, P. J., Mitchell, P., Chung, Y. A., Cajulis, E., Lu, J., Belmontes, B., Ho, J., Mei, M. T., Zhu, M., Vonderfecht, S., Baserga, R., Kendall, R., Radinsky, R., & Calzone, F. J. (2009). AMG 479, a fully human anti-insulin-like growth factor receptor type I monoclonal antibody, inhibits the growth and survival of pancreatic carcinoma cells. Molecular Cancer Therapeutics, 8(5)
29. Moody, G., Beltran, P. J., Mitchell, P., Cajulis, E., Chung, Y. A., Hwang, D., Kendall, R., Radinsky, R., Cohen, P., & Calzone, F. J. (2014). IGF1R blockade with ganitumab results in systemic effects on the GH-IGF axis in mice. Journal of Endocrinology, 221(1), 145–155.
30. Leung, P. C. K., & Adashi, E. Y. (2004). The ovary. Elsevier.

31. Behre, H. M., Greb, R. R., Mempel, A., Sonntag, B., Kiesel, L., Kaltwaßer, P., Seliger, E., Rö Pke B, F., Rg Gromoll, J., Nieschlag, E., & Simoni, M. (2005). Significance of a common single nucleotide polymorphism in exon 10 of the follicle-stimulating hormone (FSH) receptor gene for the ovarian response to FSH: a pharmacogenetic approach to controlled ovarian hyperstimulation. In Pharmacogenetics and Genomics (Vol. 15).
32. Teppa Garrán, A. D., & Terán Dávila, J. (2000). Conceptos básicos sobre la regulación psicoinmunoneuroendocrina y vascular del ciclo menstrual.
33. Pacheco, J. (2010). TEMA DE REVISIÓN Falla ovárica precoz Premature ovarian failure. In An Fac med (Vol. 71, Number 3).
34. Cora, M. C., Kooistra, L., & Travlos, G. (2015). Vaginal Cytology of the Laboratory Rat and Mouse:Review and Criteria for the Staging of the Estrous Cycle Using Stained Vaginal Smears. Toxicologic Pathology, 43(6), 776–793. https://doi.org/10.1177/0192623315570339
35. Evans, H., & Long, J. (1922). Characteristic effects upon growth, oestrus and ovulation induced by the intraperitoneal administration of fresh anterior hy- pophyseal substance. Physiology, 8.
36. Aritonang, T., Rahayu, S., Irmawaty, L., Br Karo, M., Peniel, T., Natzir, R., Wardihan, A., Nasrum, M., Hatta, M., & Kamelia, E. (2017). The Role of FSH, LH, Estradiol and Progesterone Hormone on Estrus Cycle of Female Rats. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) International Journal of Sciences: Basic and Applied Research, 35(1), 92–100.
37. Gómez-Chang, E., Larrea, F., & Martínez-Montes, F. (2012). Vías de señalización asociadas a la esteroidogénesis. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas, 15(1), 24–36.
38. Palacios, E. (2016). Hormonas sexuales y mecanismo de acción. in m. cascales (ed.), mecanismos fisiológicos, y moleculares de la anticoncepción (1st ed., pp. 73–109).
39. Yazawa, T., Imamichi, Y., Sekiguchi, T., Miyamoto, K., Uwada, J., Khan, M. R. I., Suzuki, N., Umezawa, A., & Taniguchi, T. (2019). Transcriptional Regulation of Ovarian Steroidogenic Genes: Recent Findings Obtained from Stem Cell-Derived Steroidogenic Cells. In BioMed Research International (Vol. 2019). Hindawi Limited.
40. Ventura-Arizmendi, E., & Hernández-Valencia, M. (2019). La esteroidogénesis en el síndrome de ovarios poliquísticos. Gaceta Medica de Mexico, 155(2), 184–190
41. Matsuda, F., Inoue, N., Manabe, N., & Ohkura, S. (2012). Follicular Growth and Atresia in Mammalian Ovaries: Regulation by Survival and Death of Granulosa Cells.
42. Findlay, J. K., Dunning, K. R., Gilchrist, R. B., Hutt, K. J., Russell, D. L., & Walters, K. A. (2019). Follicle Selection in Mammalian Ovaries. In The Ovary (pp. 3–21). Elsevier.
43. Szczuko, M., Zapałowska-Chwyć, M., Drozd, A., Maciejewska, D., Starczewski, A., Wysokiński, P., & Stachowska, E. (2018). Changes in the IGF-1 and TNF-α synthesis pathways before and after three-month reduction diet with low glicemic index in women with PCOS. Ginekologia Polska, 89(6), 295–303.
44. Jones, J. I., & Clemmons, D. R. (1995). Insulin-Like Growth Factors and Their Binding Proteins: Biological Actions*.
45. Suwala, A., Ziora, K., & Landowska, D. (2010). Structure and function of insulin-like growth factors and clinical symptoms of IGF-I deficiency. Endokrynol Ped, 3, 47–62.

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA MUSCULAR DE MIEMBROS SUPERIORES EN UN ATLETA DE HALTEROFILIA DE ALTO RENDIMIENTO

Israel Miguel-Andrés[1], Christian Enrique Nava-Alcantar[2], Luis Ángel Ortiz-Lango[1], Javier Yáñez-Mendiola[1], Roberto Abdiel Sánchez-Negrete[1], Sergio Alonso Romero[1],

[1]Laboratorio Nacional CONAHCYT en Biomecánica del Cuerpo Humano, CIATEC,
[2]Posgrado PICYT, Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas.
imiguel@ciatec.mx

RESUMEN

El levantamiento de pesas es una disciplina deportiva que, para alcanzar un rendimiento óptimo, exige tanto el perfeccionamiento técnico como el desarrollo de las capacidades físicas del atleta, particularmente la fuerza, la cual debe aplicarse con precisión en las distintas fases que conforman el movimiento. No obstante, la estructura corporal humana, específicamente el sistema musculoesquelético, no está diseñada para la manipulación de grandes cargas, por lo que una ejecución técnica deficiente puede derivar en lesiones deportivas. La función muscular depende, entre otros factores, de la orientación de las fibras musculares, distinguiéndose músculos predominantemente orientados a la generación de fuerza y otros a la velocidad. Aquellos músculos que se insertan cerca de las articulaciones y actúan mediante palancas óseas participan principalmente en movimientos rápidos, más que en la producción de fuerza. El objetivo de este estudio fue analizar la actividad eléctrica muscular (EMG) de los miembros superiores en un atleta de halterofilia de alto rendimiento durante el levantamiento de pesas bajo diferentes magnitudes de carga (15, 35 y 45 kg). Se evaluó la actividad EMG de los músculos bíceps braquial, tríceps braquial y pectoral mayor en ambas extremidades durante los movimientos de arranque y envión. Los resultados, obtenidos mediante el análisis de la raíz media cuadrática de la señal EMG, evidencian un incremento progresivo de la actividad muscular conforme aumenta la carga en la barra. Asimismo, se identificó una asimetría en la señal EMG entre extremidades, posiblemente asociada al miembro dominante. Sin embargo, este comportamiento requiere un análisis más detallado, ya que las asimetrías electromiográficas podrían indicar deficiencias en la ejecución técnica y constituir un factor de riesgo para el desarrollo de lesiones. En conjunto, estos hallazgos respaldan el uso de la electromiografía como una herramienta relevante para el análisis y la caracterización biomecánica del levantamiento de pesas.

INTRODUCCIÓN

El levantamiento de pesas, o halterofilia, es una disciplina de alta exigencia que requiere una sincronización precisa entre la técnica biomecánica y la capacidad fisiológica del atleta. Dado que el sistema musculoesquelético humano no está naturalmente adaptado para soportar cargas extremas, la correcta ejecución de cada movimiento es fundamental para maximizar el rendimiento y mitigar el riesgo de lesiones. El desempeño exitoso depende en gran medida de la interacción y respuesta de los diferentes grupos musculares ante las demandas conjuntas de fuerza y velocidad durante las fases críticas del levantamiento[1,2].

Para comprender la ejecución adecuada de esta disciplina, es necesario considerar la participación muscular. Dependiendo de la orientación de las fibras y su ubicación, existen músculos dedicados a generar fuerza y otros enfocados en la velocidad. La electromiografía (EMG) se ha presentado como un método idóneo para estudiar la fisiología muscular, permitiendo entender el movimiento de la estructura corporal a través de la actividad eléctrica generada durante la contracción[3].

El objetivo de este trabajo es analizar las condiciones físicas de un atleta de alto rendimiento mediante la valoración clínica-biomecánica del gesto deportivo en los ejercicios de arranque y

envión. A través de la evaluación de la amplitud de las señales electromiográficas en las extremidades superiores, la cinemática de los movimientos y la postura, se pretende determinar los parámetros biomecánicos clave que podrían contribuir a mejorar el rendimiento físico y técnico del atleta, así como a prevenir futuras lesiones.

TEORÍA

El complejo articular del hombro, conformado principalmente por la clavícula, la escápula y el húmero, constituye la articulación más móvil del cuerpo humano. Esta articulación es responsable de realizar los movimientos articulares requeridos para el levantamiento, tales como la abducción, la flexión y la extensión[4]. Al mismo tiempo, la biomecánica de la columna vertebral desempeña un papel fundamental, ya que sus vértebras y discos intervertebrales actúan como un sistema hidrostático de amortiguación. Este sistema estabiliza el tronco, soporta las fuerzas externas y transfiere las cargas a la pelvis[5].

Para llevar a cabo un análisis objetivo de las interacciones neuromusculares y cinemáticas del gesto deportivo, es imprescindible la integración de tecnologías de medición. El análisis espacial del movimiento se efectúa a través del sistema VICON MX, el cual emplea cámaras infrarrojas para registrar la posición tridimensional precisa de marcadores colocados en referencias anatómicas. Esto permite reconstruir la cinemática del atleta con una exactitud milimétrica[6]. Por su parte, la EMG investiga la fisiología muscular al registrar el voltaje generado durante las contracciones musculares[3]. A través del análisis de la amplitud y frecuencia de las señales eléctricas, es posible cuantificar la intensidad del esfuerzo y el nivel de activación de las unidades motoras[7].

La carga interna y la respuesta fisiológica del deportista se complementan con parámetros adicionales. La medición de la frecuencia cardíaca permite documentar la adaptación del sistema cardiovascular para proporcionar energía y oxígeno a los músculos durante la actividad física intensa. Además, la termografía infrarroja se utiliza como una técnica de evaluación sin contacto que cuantifica la radiación térmica de la piel, lo que facilita la detección de asimetrías térmicas que pueden ser indicadores tempranos de procesos inflamatorios o sobrecargas musculares[8].

PARTE EXPERIMENTAL

La presente valoración clínica-biomecánica se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de biomecánica del Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC A.C.). El estudio involucró a una atleta de alto rendimiento en la disciplina de halterofilia, de 18 años de edad, con una masa corporal de 50 kg y una altura de 1.51 metros. Antes de iniciar las evaluaciones, se le explicaron detalladamente los procedimientos y se obtuvo su consentimiento de participación voluntaria por escrito, en cumplimiento de los lineamientos éticos establecidos en la Declaración de Helsinki. La metodología se enfocó en el análisis cuantitativo del gesto técnico deportivo durante la ejecución de los movimientos olímpicos de arranque (Figura 1a) y envión (Figura 1b).

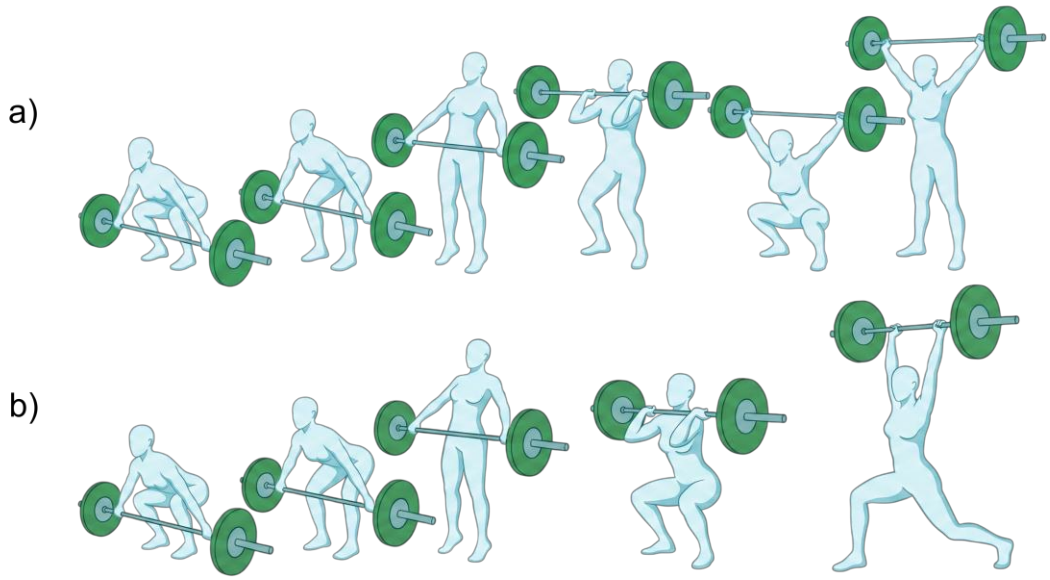


Figura 1. Levantamiento de pesas: a) Arranque. b) Envión.

Para registrar la respuesta neuromuscular, se empleó EMG superficial con el objetivo de medir la actividad eléctrica de los principales músculos involucrados: bíceps braquial, tríceps braquial y pectoral mayor, evaluados en ambas extremidades superiores. Durante la intervención, la deportista realizó levantamientos con incrementos de carga graduales, concentrando este análisis en las pruebas realizadas con 15, 35 y 45 kg.

Las señales electromiográficas, obtenidas con una frecuencia de muestreo de 2000 Hz, fueron sometidas a un procesamiento digital. A través del análisis de la raíz media cuadrática (RMS) de las señales, se determinó la intensidad de la contracción muscular para cada movimiento. Este tratamiento de los datos permitió caracterizar el incremento progresivo de la actividad neuromuscular conforme aumentaba el peso en la barra y facilitó la comparación directa entre los lados derecho e izquierdo de la atleta, con el fin de detectar posibles asimetrías durante la ejecución.

RESULTADOS

El análisis de las señales electromiográficas evidencia un comportamiento general consistente en ambos movimientos olímpicos: la actividad eléctrica muscular aumenta de manera progresiva a medida que se incrementa la carga en la barra. Este incremento, observable en la actividad del bíceps y tríceps tanto en el arranque (Figura 2a y b) como en el envión (Figura 2c y d), refleja la necesidad de una mayor demanda energética y un mayor reclutamiento de unidades motoras para mantener el equilibrio y ejecutar los levantamientos. No obstante, más allá de este aumento proporcional a la fuerza requerida, los datos obtenidos a través de la RMS revelan importantes asimetrías en la activación neuromuscular entre las extremidades.

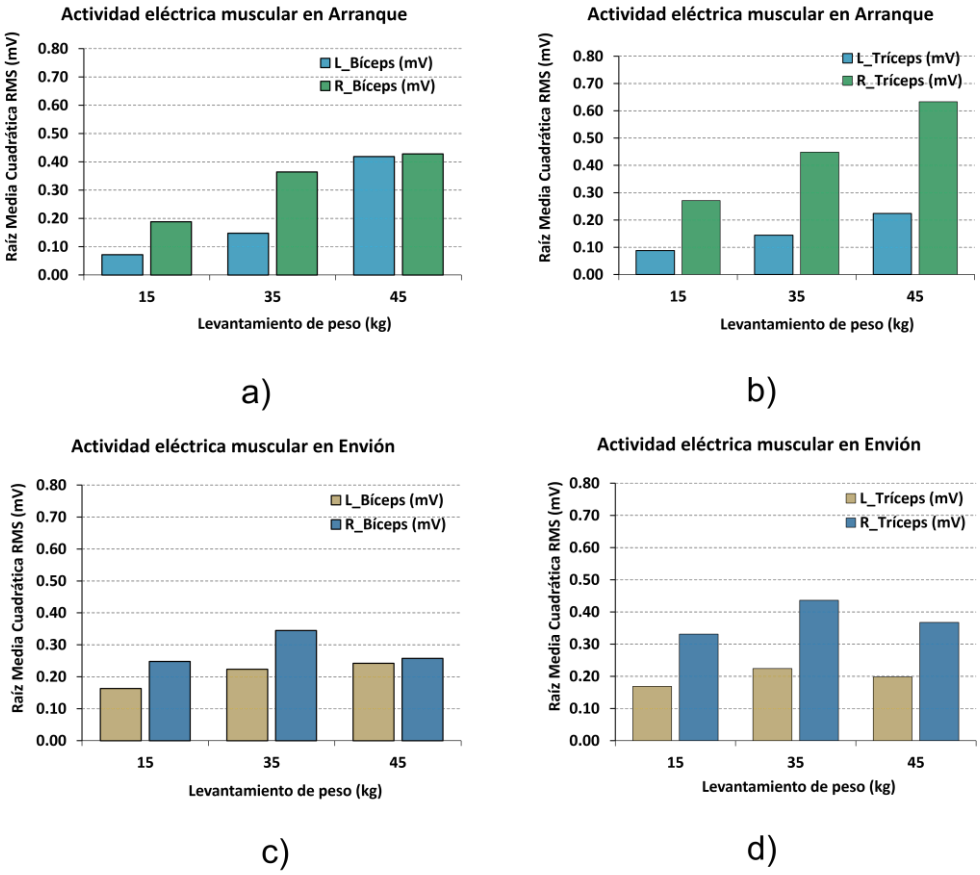


Figura 2. Raíz media cuadrática de la EMG en arranque y envión para los tres pesos 15, 35 y 45 kg: a) Arranque bíceps. b) Arranque tríceps. c) Envión bíceps. d) Envión tríceps.

Durante la ejecución del arranque, el bíceps braquial y el pectoral mayor mostraron una mayor actividad en el lado derecho para las cargas de 15 y 35 kg. Sin embargo, al alcanzar los 45 kg, la activación del bíceps tendió a equilibrarse, exhibiendo un comportamiento similar en ambos brazos. En contraste, durante los ejercicios de envión con las mismas magnitudes de carga, el bíceps mantuvo la actividad más alta en la extremidad derecha, mientras que la respuesta del pectoral mayor no reflejó diferencias bilaterales significativas, exceptuando el levantamiento inicial de 15 kg, donde predominó la activación del lado izquierdo.

Particularmente, el tríceps presentó el patrón más constante, evidenciando una actividad eléctrica predominantemente mayor en el brazo derecho en comparación con el izquierdo en todas las pruebas evaluadas para ambos movimientos. Este comportamiento asimétrico podría atribuirse a la lateralidad del participante, lo que sugiere que, al ser diestro, presenta una mayor dominancia y dependencia mecánica de esa extremidad durante el esfuerzo físico.

CONCLUSIONES

En conclusión, el análisis electromiográfico revela un incremento progresivo de la demanda neuromuscular en los miembros superiores, el cual se correlaciona con el aumento de la carga durante los levantamientos. Este fenómeno se acompaña de un patrón asimétrico constante, evidenciando una mayor activación en la extremidad derecha, especialmente en los músculos bíceps y tríceps. Esta sobrecarga lateral, probablemente vinculada a la dominancia del atleta, sugiere descompensaciones técnicas que constituyen un factor de riesgo significativo para el desarrollo de lesiones musculoesqueléticas. Estos hallazgos respaldan la eficacia de la electromiografía como

herramienta biomecánica objetiva, ya que facilita el diagnóstico de deficiencias posturales y ofrece información crucial para la corrección del gesto deportivo, la optimización del entrenamiento y la preservación de la integridad física en el contexto del alto rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Oliva Rodríguez K, Gómez Zoquez A, Zamora Corrales R, García Manzo Y. Análisis biocinemático de la ejecución del arranque en levantadoras de pesas escolares de Granma. *Olimpia: Publicación científica de la facultad de cultura física de la Universidad de Granma*. 2017;14(42):62-74.
2. Beltrán SP, Colina AJ. Biomechanical analysis of weightlifting during the second pull snatch done for an athlete Vargas state in the national Youth Sports Games 2013 Ministerio del Poder Popular para el Deporte Instituto Nacional de Deporte (Venezuela). *Educación Física y Deportes*. 2015;(1976). http://www.efdeportes.comhttp//www.efdeportes.com/efd207/analisis-biomecanico-de-levantamiento-de-pesas.htm
3. Carlo I. De Luca. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*. 1997;13:135-163.
4. Anderson CK, Chaffin DB. A biomechanical evaluation of five lifting techniques. *Applied Ergonomics*. 1986;17(1):2-8. doi:10.1016/0003-6870(86)90186-9
5. Fortin JD, J.E. Falco MF. The biomechanical principles of preventing weightlifting injuries. *Physical medicine and rehabilitation: state of the art reviews*-. 1997;11(3).
6. Kipp K, Harris C. Muscle-specific effective mechanical advantage and joint impulse in weightlifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2017;31(7):1905-1910. doi:10.1519/JSC.0000000000001658
7. Chowdhury RH, Reaz MBI, Bin Mohd Ali MA, Bakar AAA, Chellappan K, Chang TG. Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors (Switzerland)*. 2013;13(9):12431-12466. doi:10.3390/s130912431
8. Ríos MM, Medina Chacón E, Fernández AC, Guillén O. Termografía infrarroja y el estudio de riesgos de lesiones músculo esqueléticas. *Ingeniería Industrial-Año*. 2011;10:55-67.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE "*Melissa Officinalis"* EN EL ESTRÉS ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA DE LA FESI

Nancy Carbajal Escobedo, Maricruz Pineda Salas, Alfonso Ramírez Mendoza, Abisay Villanueva Bailon, Dinora Valadez Díaz, María Maricela Carrasco Yépez y Karla Paola Dávila Pulido

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
abisayvillanueva@iztacala.unam.mx

RESUMEN

La prevalencia del estrés entre los estudiantes de nivel superior se ha convertido en un desafío que afecta de forma significativa a los estudiantes del área de la Salud. El estrés incrementa la secreción de cortisol, hormona que, al mantenerse en niveles elevados afecta directamente el ritmo circadiano, deteriorando la calidad del sueño y el descanso reparador. Por ello, surgió la necesidad de explorar intervenciones que permitieran su regulación de manera segura y eficaz. En este contexto, el estudio se enfocó en la evaluación de las propiedades fitoterapéuticas de *Melissa officinali*s comúnmente llamado Toronjil, como una alternativa para el manejo del estrés académico.

El diseño de esta investigación fue cuantitativo, cuasiexperimental, prospectivo, longitudinal y de alcance descriptivo. De manera inicial, se aplicó el Inventario SISCO del Estrés Académico para la obtención de los niveles de estrés inicial en la población de estudiantes de Enfermería de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) en el cual el 100% de la población presentaba estrés en distintos niveles. Posteriormente, se otorgó una dotación de gomitas elaboradas con la infusión de *Melissa officinalis*, explicando el esquema de ingesta, mantenimiento del producto, así como los signos y síntomas de relevancia, por último, se volvió a aplicar el inventario SISCO con la finalidad de comparar el efecto ansiolítico.

El análisis estadístico se realizó con ayuda del software SPSS v.31., a través del análisis de las características sociodemográficas y una prueba t de Student para muestras emparejadas *($p< 0.001$)* evaluando los niveles de estrés antes y después de la intervención. En la medición inicial, se obtuvo que el 30% de los participantes presentaba un nivel de estrés alto; mientras que, en la medición posterior a la intervención, únicamente el 4% de los participantes presentó dicho nivel, confirmando que la disminución fue estadísticamente significativa, además de permitir la identificación de los principales factores estresantes como la sobrecarga académica con un 40 % y la presión evaluativa con un 33%.

Los resultados nos permiten suponer que *Melissa officinalis* es efectiva para mitigar los síntomas y regular la respuesta al estrés académico, su perfil fitoterapéutico y su aparente seguridad la posicionan como una alternativa viable dentro de las estrategias integrales de promoción de la salud mental.

INTRODUCCIÓN

El ingreso a la educación superior representa una etapa de adaptación caracterizada por nuevas responsabilidades académicas, cambios en la dinámica social y mayores exigencias personales. Estas condiciones pueden favorecer la aparición de estrés académico, especialmente en estudiantes del área de las Ciencias de la Salud, quienes enfrentan cargas de trabajo intensas, procesos de evaluación constantes y actividades prácticas que demandan un alto nivel de compromiso.

El estrés académico se asocia con diversas manifestaciones físicas, emocionales y cognitivas que pueden afectar la calidad del sueño, la concentración, el desempeño escolar y la salud mental. Cuando la exposición a los factores estresantes es prolongada, se producen respuestas fisiológicas

relacionadas con el incremento de cortisol y otras hormonas asociadas al estrés, generando repercusiones en el bienestar integral de los estudiantes.

Ante esta problemática, resulta relevante explorar alternativas complementarias que contribuyan al manejo del estrés de forma accesible y segura. En este sentido, *Melissa officinalis*, conocida comúnmente como toronjil, ha sido utilizada tradicionalmente por sus propiedades relajantes y ansiolíticas. Diversos estudios han descrito la presencia de compuestos bioactivos, como ácido rosmarínico, flavonoides y aceites esenciales, asociados con efectos benéficos sobre el Sistema Nervioso Central (SNC).[1]

Desde la perspectiva de Enfermería, la promoción de la salud mental y la prevención de alteraciones emocionales constituyen áreas prioritarias de intervención. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de *Melissa officinalis* sobre los niveles de estrés académico en estudiantes de la licenciatura en Enfermería de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, con la finalidad de generar evidencia científica sobre su posible utilidad como estrategia complementaria para el bienestar estudiantil.

TEORÍA

La Organización Mundial de la Salud reconoce al estrés como una respuesta natural del organismo frente a situaciones percibidas como desafiantes o amenazantes.[2] Sin embargo, cuando esta respuesta se mantiene de manera prolongada, puede generar repercusiones importantes en la salud física y mental. Diversos estudios señalan que los estudiantes universitarios del área de la salud presentan una mayor susceptibilidad al estrés debido a las exigencias académicas y clínicas inherentes a su formación.

En 2014, Palestina-Bautista et al. realizó un estudio en estudiantes de enfermería de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala utilizando un instrumento modificado a partir del "*KEZKAK: bilingual questionnaire to measure nursing students' stressors in clinical practice"* [3] dónde el objetivo principal fue identificar los principales factores asociados al estrés académico. Los resultados mostraron que el principal desencadenante del estrés fue el incumplimiento de tareas derivado de la sobrecarga académica, reportado por el 60% de los participantes. Asimismo, los autores identificaron que las experiencias escolares y la acumulación de actividades académicas constituyen factores relevantes en la generación del estrés dentro de esta población estudiantil. Los investigadores concluyeron que el entorno universitario influye directamente en el bienestar y desempeño de los estudiantes, por lo cual resulta necesario implementar estrategias orientadas a la prevención y manejo del estrés académico. Este antecedente es relevante para la presente investigación, ya que evidencia que el estrés continúa siendo una problemática frecuente en los estudiantes de enfermería y justifica la búsqueda de alternativas complementarias como *Melissa officinalis* para contribuir a su control y disminución[3].

Vázquez Cruz en el 2014, desarrolló una investigación en estudiantes de enfermería de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala y de la escuela de enfermería del Hospital Juárez de México para analizar la presencia del estrés durante su formación profesional.[4] Los hallazgos mostraron que las principales fuentes de estrés se relacionan con las áreas académica y clínica, debido a las exigencias propias de la carrera y a la exposición temprana a escenarios asistenciales. La autora concluyó que el estrés puede repercutir negativamente en el bienestar emocional y el desempeño académico de los estudiantes, por lo que recomendó implementar estrategias que favorezcan el afrontamiento y la adaptación a las demandas de la formación profesional. Este antecedente resulta relevante para la presente investigación, ya que evidencia que el estrés académico continúa siendo una problemática frecuente en estudiantes de Enfermería y justifica la búsqueda de alternativas complementarias, como *Melissa officinalis*, para contribuir a su manejo y control.

Sánchez-Govin y colaboradores realizaron una caracterización farmacognóstica de *Melissa officinalis* identificando la presencia de compuestos bioquímicos como ácido rosmarínico, ácido

clorogénico, flavonoides y aceites esenciales ricos en citral, citronelal y linalol. Estos compuestos han sido asociados con propiedades antioxidantes, sedantes y ansiolíticos, lo que ha favorecido el interés científico por esta especie como alternativa fitoterapéutica para el manejo de trastornos relacionados con el estrés y la ansiedad. [5]

Los antecedentes revisados muestran que el estrés académico continúa siendo una problemática frecuente entre los estudiantes de enfermería y que *Melissa officinalis* posee compuestos con potencial efecto sobre la regulación de la respuesta al estrés. En consecuencia, la presente investigación busca analizar el efecto de una intervención basada en el consumo de gomitas elaboradas con extracto de *Melissa officinalis* sobre los niveles de estrés académico en estudiantes de primer semestre de la licenciatura en Enfermería.

PARTE EXPERIMENTAL

Caracterización de la muestra

Se realizó un estudio con diseño cuantitativo cuasiexperimental, prospectivo, longitudinal y de alcance descriptivo. La muestra fue no probabilística por conveniencia y estuvo conformada por 30 estudiantes de primer semestre de la licenciatura de Enfermería de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Los participantes tenían entre 18 y 25 años y presentaban niveles moderados o altos de estrés académico determinados mediante el inventario SISCO (Sistema Cognoscitivista) para medir las reacciones psicológicas y conductuales relacionadas con el estrés académico.

Tabla 1. Características de la muestra	
Edad	Entre 18 y 25 años
Sexo	Femenino y masculino
Semestre	Primer semestre
Requisitos	Niveles de estrés moderados o altos de acuerdo con la escala SISCO

Tabla 1. “Características de la muestra”. Elaborada por los autores, 2026.

Intervención

Después de la aplicación inicial del Inventario SISCO de Estrés Académico, se proporcionó a los participantes una dotación de gomitas elaboradas con infusión de *Melissa officinalis.* Se explicaron las indicaciones de consumo, conservación del producto y posibles efectos esperados. La intervención tuvo una duración de dos semanas, al término del cual se realizó una segunda aplicación del instrumento para evaluar los cambios en los niveles de estrés académico.

Tabla 2. Dosificación de *Melissa officinalis*	
Características del recipiente	Recipiente hermético, con 14 gomitas.
Dosis	1 gomita diaria con (600 mg)
Conservación	Refrigeración de 2°C a 6°C
Rendimiento	600 mg en 10 ml

Tabla 2. *“Dosificación de Melissa officinalis"* Elaborada por los autores, 2026.

Tabla 3. Gomitas con *Melissa officinalis*	
Ingredientes para 25 gomitas de 10 ml	
Melissa officinalis	15 gr
Agua purificada	190 ml
Grenetina sin sabor	60 gr
Endulzante	Opcional: Miel, azúcar o sustitutos de azúcar

Tabla 3. "Gomitas con *Melissa officinalis*". Elaborada por los autores, 2026.

Recolección de información

Para la evaluación del estrés académico que utilizó el inventario SISCO de estrés académico, instrumento validado (Alfa de Cronbach de 0.90) que permite identificar la presencia de factores estresantes, síntomas físicos, psicológicos y conductuales, así como las estrategias de afrontamiento empleadas por los estudiantes. El instrumento consta de 31 ítems organizados en diferentes dimensiones y utiliza una escala tipo Likert para la medición de las respuestas.

Tabla 4. Dimensiones SISCO	
1	Estresores
2	Síntomas
3	Estrategias de afrontamiento

Tabla 4. "Dimensiones SISCO". Elaborada por los autores, 2026.

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva e inferencial. Para comparar los resultados pre y post intervención se utilizó una prueba t de Student para muestras relacionadas, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$ en el software IBM SPSS v.31.

RESULTADOS

Preparación de las gomitas

Imagen 1.



Imagen 1. "Obtención y pesaje del material vegetal". Fotografía por los autores, 2026

Imagen 2.



Imagen 2. “Preparación”. Fotografía por los autores, 2026

Imagen 3.



Imagen 3. “Dosificación”. Fotografía por los autores, 2026

Imagen 4.



Imagen 4. “Empaquetado de las gomitas”. Fotografía por los autores, 2026

Imagen 5.

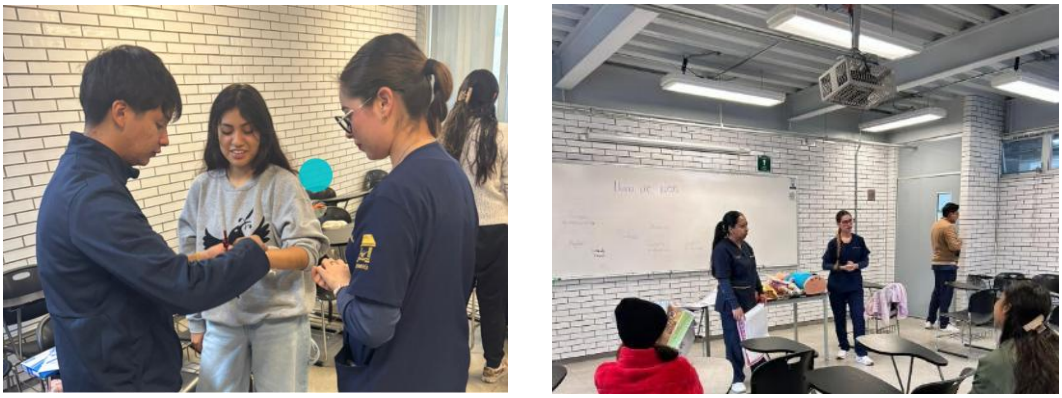
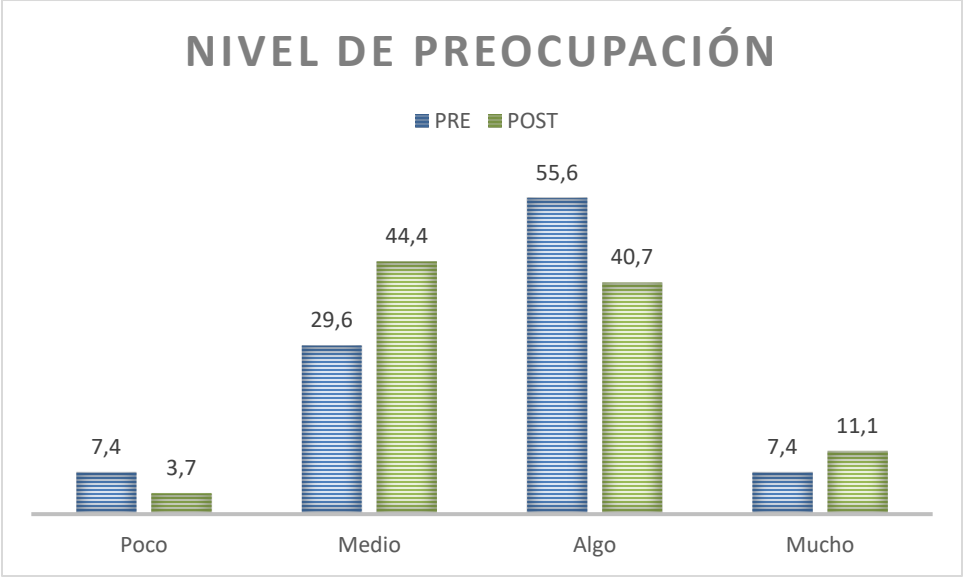


Imagen 5. “Distribución de las gomitas”. Fotografía por los autores, 2026

Estadística descriptiva

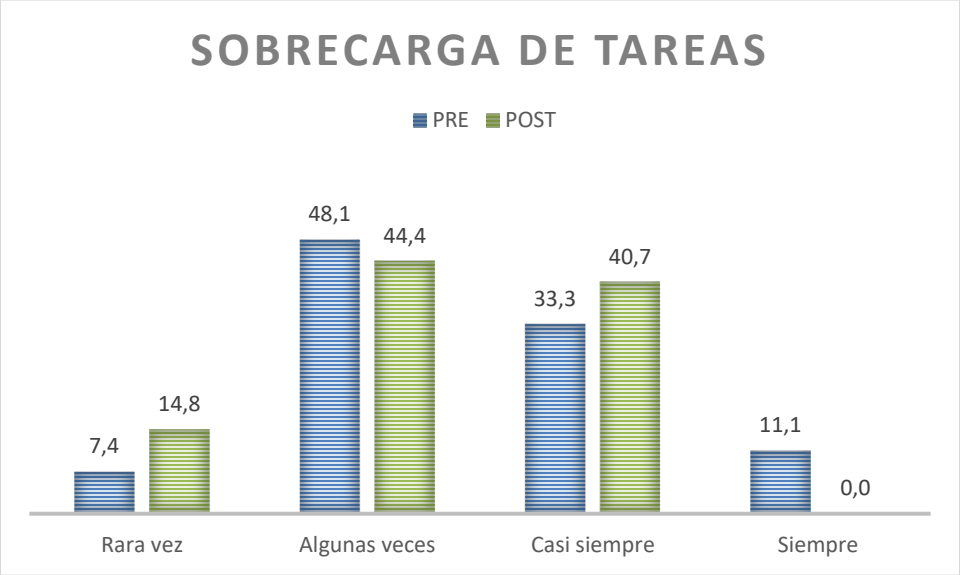
Con el propósito de identificar los cambios observados tras la intervención con *Melissa officinalis,* se realizó un análisis descriptivo de las variables evaluadas mediante el inventario SISCO de estrés académico. Los resultados se presentan mediante frecuencias relativas y porcentajes, comparando las medias obtenidas antes y después de la intervención. Este análisis permitió describir el comportamiento de los diferentes componentes relacionados con el estrés académico incluyendo el nivel general de estrés, los factores estresantes, síntomas asociados y estrategias de afrontamiento utilizadas por los estudiantes participantes.

Gráfica 1.



Gráfica 1. “Nivel de preocupación por el ámbito académico pre y post intervención”. Elaborada por los autores, 2026.

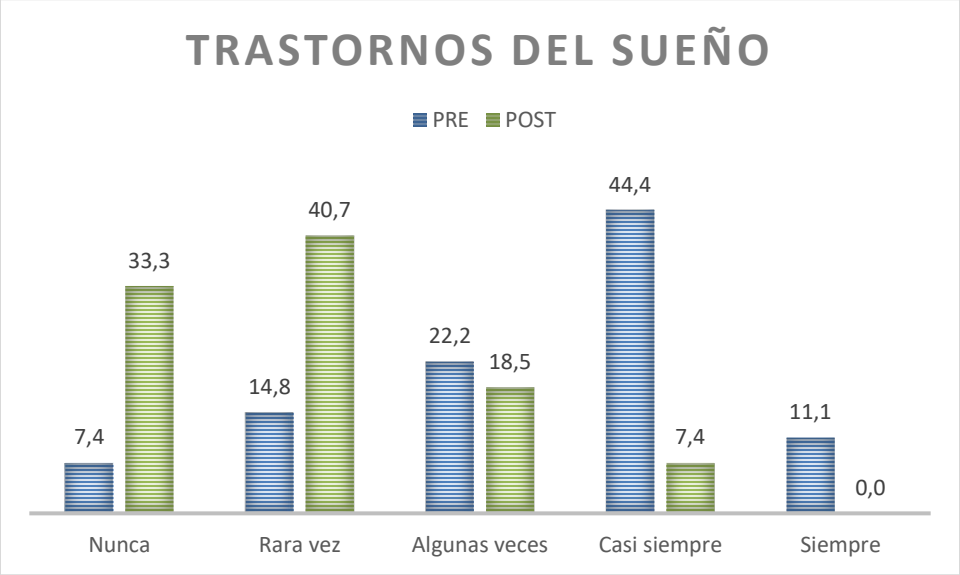
La categoría "Algo" disminuyó de 55.6% a 40.7%, mientras que la categoría "Medio" aumentó de 29.6% a 44.4%. La puntuación promedio pasó de 2.63 ± 0.73 a 2.59 ± 0.73 puntos.
Gráfica 2.



Gráfica 2. "Percepción del estrés por la sobrecarga de tareas pre y post intervención". Elaborada por los autores, 2026.

Antes de la intervención, el 48.1% de los estudiantes señaló que la sobrecarga de tareas ocurría "algunas veces", el 33.3% "casi siempre" y el 11.1% "siempre". Después de la intervención, la categoría "siempre" disminuyó hasta 0%, mientras que "casi siempre" aumentó a 40.7% y "rara vez" se incrementó de 7.4% a 14.8%.

Gráfica 3.

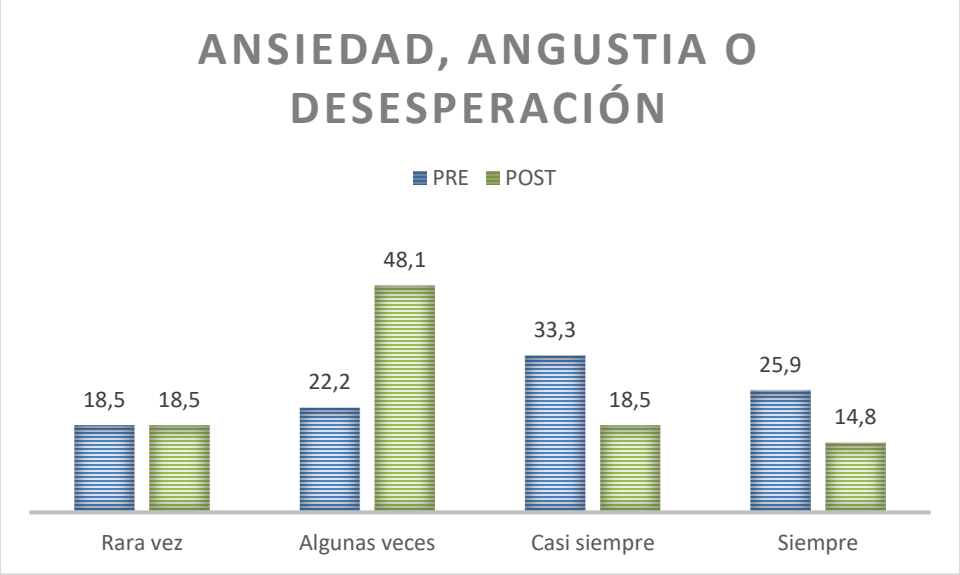


Gráfica 3. "Trastornos del sueño pre y post intervención". Elaborada por los autores, 2026.

En relación con los trastornos del sueño, se observó una disminución en las categorías de mayor frecuencia, ya que la respuesta "casi siempre" pasó de 44.4% a 7.4% y "siempre" de 11.1% a 0%.

Asimismo, aumentaron las categorías "nunca" (7.4% a 33.3%) y "rara vez" (14.8% a 40.7%), lo que sugiere una mejoría en la calidad del sueño después de la intervención.

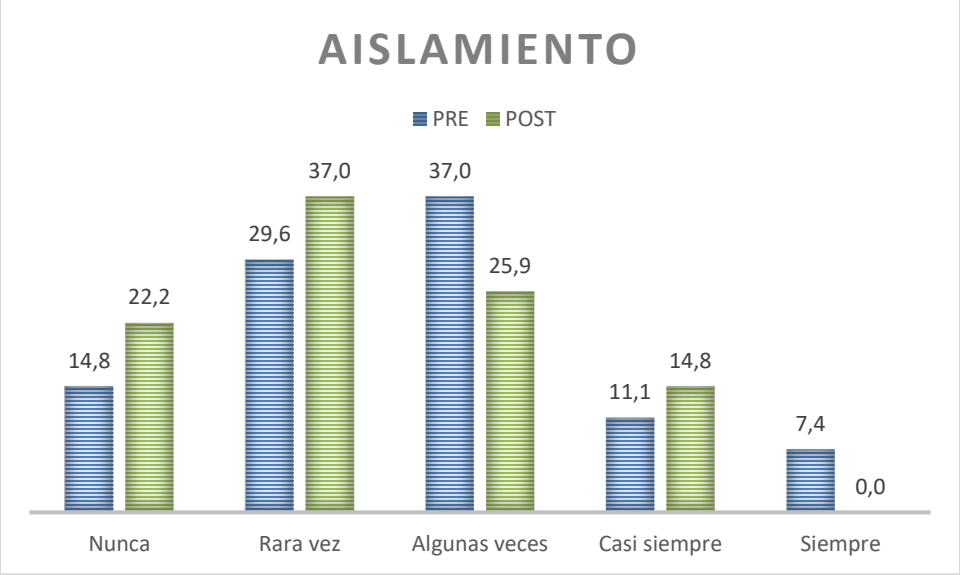
Gráfica 4.



Gráfica 4. "Ansiedad, angustia o desesperación pre y post intervención". Elaborada por los autores, 2026.

En cuanto a los sentimientos de ansiedad, angustia o desesperación, se observó una disminución en las categorías de mayor frecuencia, ya que la respuesta "casi siempre" pasó de 33.3% a 18.5% y "siempre" de 25.9% a 14.8%. Por otro lado, la categoría "algunas veces" aumentó de 22.2% a 48.1%, mientras que "rara vez" permaneció sin cambios (18.5%). Estos resultados sugieren una reducción en la intensidad de los síntomas de ansiedad, angustia o desesperación después de la intervención.

Gráfica 5.

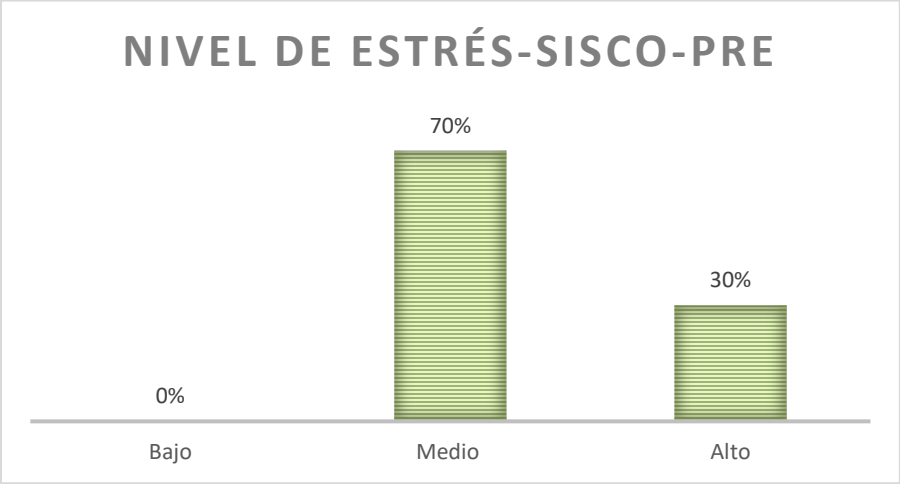


Gráfica 5. "Aislamiento pre y post intervención". Elaborada por los autores, 2026.

Respecto al aislamiento, se observó un incremento en las categorías de menor frecuencia, ya que las respuestas "nunca" aumentaron de 14.8% a 22.2% y "rara vez" de 29.6% a 37.0%. Asimismo, la categoría "siempre" disminuyó de 7.4% a 0%, mientras que "algunas veces" pasó de 37.0% a 25.9%. Estos resultados sugieren una disminución en la percepción de aislamiento después de la intervención.

En la evaluación inicial del Inventario SISCO, el 70% de los participantes presentó un nivel medio de estrés académico, mientras que el 30% mostró un nivel alto. Estos resultados evidencian que la totalidad de los estudiantes experimentaba algún grado de estrés al inicio del estudio.

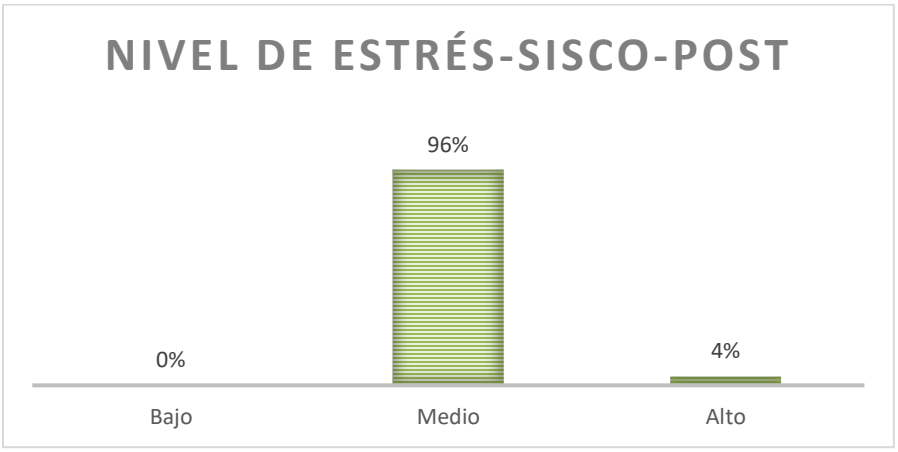
Gráfica 6.



Gráfica 6. “Nivel de estrés SISCO pre-intervención”. Elaborada por los autores, 2026.

Tras la intervención con *Melissa officinalis*, el 96% de los participantes se ubicó en el nivel medio de estrés y únicamente el 4% permaneció en el nivel alto. Estos hallazgos sugieren una disminución en la intensidad del estrés académico después de la intervención.

Gráfica 7.



Gráfica 7. “Nivel de estrés SISCO post-intervención”. Elaborada por los autores, 2026.

Estadística inferencial

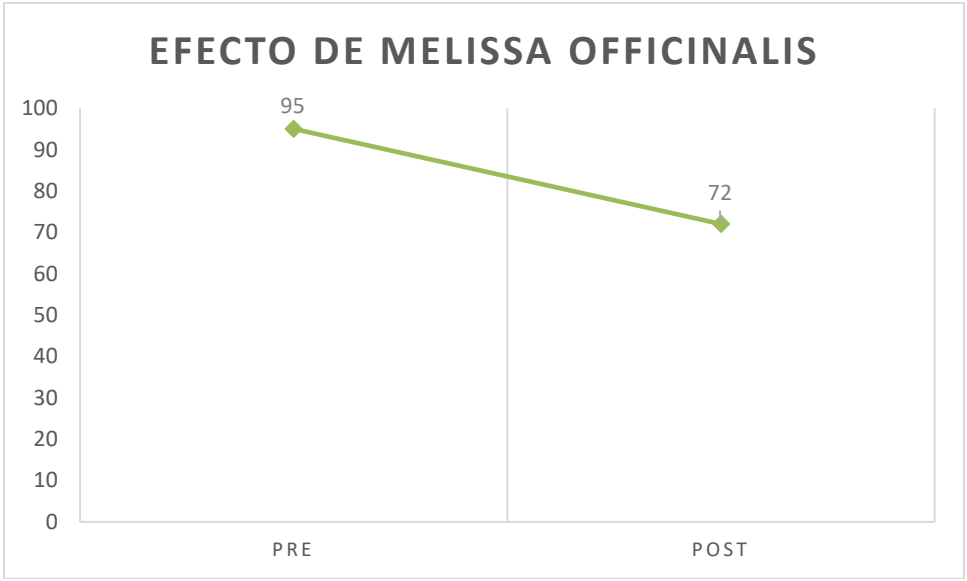
Como parte del análisis inferencial, se realizó una prueba t de Student para muestras relacionadas. La puntuación promedio disminuyó de 95 ± 12.2 puntos en la evaluación pre-intervención a 72 ± 13.4 puntos en la evaluación post-intervención. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($t = 10.795$; $gl = 26$; $p < 0.001$), indicando un efecto favorable de la intervención sobre los niveles de estrés académico.

Tabla 5. Prueba de muestras emparejadas

Media PRE	Media POST	t	gl	Sig. bilateral
95 ± 12.2	72 ± 13.4	10.795	26	**< 0.001**

Tabla 5. "Prueba de muestras emparejadas". Elaborada por los autores con la información obtenida en el software IBM SPSS v.31, 2026.

Gráfica 8.



Gráfica 8. "Efecto de *Melissa Officinalis* en el estrés académico". Elaborada por los autores, 2026.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió evaluar el efecto de *Melissa officinalis* sobre los niveles de estrés académico en estudiantes de la licenciatura de enfermería de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Los resultados evidenciaron que la totalidad de los participantes presentó algún grado de estrés académico al inicio del estudio, identificándose como factores estresantes la sobrecarga académica

y la presión derivada de los procesos de evaluación. Tras la intervención con gomitas elaboradas a partir de una infusión de *Melissa officinalis*, se observó una disminución en la proporción de estudiantes con niveles altos de estrés, así como una reducción significativa en las puntuaciones obtenidas mediante el inventario SISCO.

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre las mediciones pre y post intervención ($p < 0.001$) lo que sugiere un posible efecto favorable de *Melissa officinalis* sobre la respuesta al estrés académico. Estos resultados coinciden con la evidencia científica que atribuye a esta especie propiedades ansiolíticas y relajantes asociadas a sus compuestos bioactivos [1 y 5].

Se concluye que *Melissa officinalis* puede constituir una alternativa complementaria para favorecer el bienestar emocional y contribuir al manejo del estrés académico en estudiantes de enfermería. Sin embargo, se recomienda realizar estudios con muestras más amplias, grupos control y periodos de seguimiento más prolongados que permitan confirmar su efectividad y fortalecer la evidencia científica disponible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Shakeri A, Sahebkar A, Javadi B. Melissa officinalis L. – A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. J Ethnopharmacol. 2016;188:204-228. doi:10.1016/j.jep.2016.05.010.

2. World Health Organization. Estrés [Internet]. Ginebra: World Health Organization; [citado 2026 ene]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/stress

3. Bautista CP, Godínez Rodríguez MA. Factores que provocan estrés en estudiantes de Enfermería. CuidArte El Arte del Cuidado [Internet]. 2014 [citado 2026 ene];3(5):39-43. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/cuidarte/cui-2014/cui145c.pdf

4. Vázquez Cruz A. Estrés en estudiantes de enfermería: una comparación entre la FES Iztacala y la Escuela de Enfermería del Hospital Juárez de México [tesis de licenciatura en Internet]. Tlalnepantla de Baz, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala; 2014 [citado 2026 ene]. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/218de894-5a7d-4eb2-bd4b-0ef6ccdb316f/content

5. Sánchez Govín E, León Fernández M, Chávez Figueredo D, Hechevarría Sosa I, Pino J. Caracterización farmacognóstica de Melissa officinalis L. (toronjil). Rev Cuba Plantas Med [Internet]. 2010 [citado 2026 ene];15(4):198-208. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962010000400003

EFECTO DE UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA SOBRE LA HORA DORADA PARA ENFERMERÍA EN EL ÁREA DE ONCOLOGÍA PEDIÁTRICA EN UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL

Anahi Flores Dorantes[1], Rosa María Baltazar Téllez[1], Jose Arias Rico[1], Diana Laura Molina Avilez[1], José Angel Hernandez Mariano[2] y Grecia Abigail Angeles Ochoa[1]

[1]Universidad Autonóma del Estado de Hidalgo, [2]División de Investigación, Hospital Juárez de México.
anahifd1508@icloud.com.

RESUMEN

En México el cáncer infantil es la primera causa de muerte en este grupo de pacientes, a pesar de los avances médicos la tasa de mortandad continúa siendo elevada, en mayor parte causada por complicaciones como la neutropenia y el shock séptico, los cuales requieren intervenciones oportunas. En el área de oncología pediátrica la “Hora Dorada” ha sido adaptado con la finalidad de proporcionar una intervención rápida y eficaz ante las complicaciones más comunes que puedan presentar los pacientes pediátricos oncohematológicos, tras la aparición de síntomas como la fiebre y neutropenia. Mejorar la capacitación del personal de enfermería en la “hora dorada” puede significar una atención más rápida y efectiva, lo que es crucial para la supervivencia y calidad de vida de estos pacientes. Se realizó un estudio cuantitativo, descriptivo con diseño cuasiexperimental mediante un pretest y un postest a la intervención educativa en el personal de enfermería del Hospital Juárez de México, la muestra fue de 75 profesionales de enfermería del servicio de pediatría. El instrumento empleado está basado en las Recomendaciones Establecidas Por El Consenso Sobre El Manejo de La Neutropenia Febril en El Paciente Pediátrico Oncohematológico (CSEMDNFPPO), el cual está integrado por datos sociodemográficos, y consta de 11 ítems de opción múltiple, en donde se evalúan los conocimientos sobre neutropenia febril, empleo de fármacos empíricos, infecciones fúngicas y cuidados de enfermería. Los resultados relevantes antes de la intervención; respecto al nivel de conocimiento sobre la neutropenia febril el 50% demostró tener un conocimiento previo respecto a la conceptualización básica del término; se evaluaron los conocimientos sobre terapia antibacteriana evidenciando que solo el 25% conocía cual es la terapia empleada en los pacientes con neutropenia febril, y finalmente se reportó que únicamente el 14% demostró tener conocimiento sobre los cuidados de enfermería que deben brindarse a los pacientes oncohematológicos pediátricos. En contraste se presentan los resultados del test aplicado posterior a la intervención educativa de enfermería, donde se pudo observar un incremento en los conocimientos del personal respecto a la terapia antimicrobiana donde se obtuvo un 75% de respuestas correctas, así mismo se reportó un incremento del 14% en el conocimiento que adquirió el personal de enfermería sobre los cuidados que deben brindarse a los pacientes oncohematológicos pediátricos. Este incremento confirma la hipótesis de que una capacitación estructurada mejora el conocimiento del personal, lo que podría traducirse en una mejor calidad de atención y disminución de complicaciones, garantizando la estabilidad gracias al manejo adecuado del paciente por el personal de enfermería y el equipo multidisciplinario bajo el protocolo “hora dorada.

INTRODUCCIÓN

En México el cáncer infantil es la primera causa de muerte en este grupo de pacientes, a pesar de los avances médicos la tasa de mortandad continúa siendo elevada, en mayor parte la causada por complicaciones como la neutropenia y el shock séptico, los cuales requieren intervenciones oportunas

Por este contexto la implementación de la Hora Dorada se ha vuelto crucial para disminuir los riesgos que puede presentar el paciente.La hora dorada es un término que surge inicialmente en la medicina

de urgencias el cual hace referencia a la atención que se proporciona a un paciente posterior a un traumatismo severo, durante la primera hora posterior al evento la cual tiene gran relevancia ya que puede incrementar las oportunidades de vida del paciente.

En el área de oncología pediátrica este concepto ha sido adaptado con la finalidad de proporcionar una intervención rápida y eficaz ante las complicaciones más comunes que puedan presentar los pacientes pediátricos oncohematológicos, tras la aparición de síntomas como la fiebre y neutropenia. Debido a que los pacientes pediátricos que padecen algún tipo de cáncer generalmente presentan inmunosupresión lo que desencadena un alto riesgo de infecciones graves. El protocolo de “Hora Dorada” se implementa con la finalidad de iniciar de manera oportuna la antibioticoterapia empírica y en caso de ser necesario proporcionar soporte hemodinámico o las intervenciones que se requieran para evitar que exista un deterioro rápido o un desenlace fatal.

Artículos publicados en los que se menciona que el retraso en la administración del antibiótico puede llevar a un incremento significativo la mortalidad de los pacientes.

TEORÍA

En nuestro país el cáncer es un problema de salud pública en la población pediátrica, en donde podemos observar una incidencia anual de aproximadamente 6000 nuevos casos en menores de 18 años. Es importante recalcar que, debido a la condición de nuestros pacientes, tienen un elevado riesgo de desarrollar complicaciones graves, siendo la neutropenia febril una de las que se presentan con mayor frecuencia. La neutropenia febril ocurre en aproximadamente un 80% de los pacientes oncohematológicos pediátricos, durante su tratamiento y pueden desarrollar hasta tres episodios durante un año.

Algunos estudios muestran que la falta de conocimiento y capacitación en el personal de enfermería aun es un desafió considerable, ya que el personal no se encuentra familiarizado con los protocolos establecidos para el manejo de emergencias como la neutropenia febril.

La atención oportuna del paciente neutropénico febril, durante la “hora dorada” es considerada como una emergencia médica, el nivel de conocimientos del personal puede influir sobre las repercusiones o beneficio que pueda tener el paciente. El personal de enfermería desempeña un papel importante en la identificación y el grado de respuesta ante una situación de emergencia, cada minuto es vital para la atención del paciente. Se ha observado que, a pesar de la pronta intervención del personal de enfermería, existe deficiencia en el conocimiento y en la aplicación de la practicas de la “Hora Dorada” en el servicio de pediatría del Hospital Juárez de México. Esto puede atribuirse a diversos factores, entre los que podemos considerar la falta de capacitación sobre la “Hora Dorada” y la estandarización de procesos. Por lo tanto, centramos la atención en evaluar el efecto de una intervención educativa dirigida al personal de enfermería en el servicio de oncología pediátrica, con el objetivo de incrementar el conocimiento de la “Hora Dorada”. Buscando que esta intervención resulte en una mejora en la atención del paciente pediátrico oncohematológico. La finalidad de este estudio es para mejorar la atención del paciente y establecer un marco de referencia para la capacitación del personal de enfermería.

La investigación sobre el “Efecto de una intervención educativa sobre la hora dorada para el personal de enfermería, en el área de oncología pediátrica en el Hospital Juárez de México.” Es crucial ya que aborda la necesidad de mejorar la atención a una población vulnerable. Este programa comenzó a llevarse a cabo en el Hospital Juárez de México en el año 2022, desde ese tiempo a la fecha, ha habido rotación de personal en los servicios, así como personal de nuevo ingreso, los que desconocen el manejo de esta implementación, por esta razón es necesario evaluar y capacitar al personal sobre estos programas, para que puedan proporcionar una adecuada intervención a los pacientes oncológicos, y disminuir los riesgos que se presentan en el paciente por la falta de conocimientos.

La intervención educativa se justifica para mejorar la actuación del personal, asegurando una respuesta más efectiva y especializada durante este período crítico, lo que puede marcar la supervivencia y la calidad de vida de los pacientes oncológicos pediátricos.

La atención de enfermería está encaminada a la población infantil que es especialmente vulnerable debido a la naturaleza crítica de su enfermedad y la complejidad de su tratamiento. Mejorar la capacitación del personal de enfermería en la “hora dorada” puede significar una atención más rápida y efectiva, lo que es crucial para la supervivencia y calidad de vida de estos pacientes.

Se considera importante la capacitación al personal, ya que, desde el inicio del programa en 2022, ha habido una rotación significativa de personal y la incorporación de nuevos miembros que pueden no estar familiarizados con la implementación de este programa. Esto crea una necesidad urgente de evaluar y capacitar continuamente al personal para asegurar que todos estén al tanto de los procedimientos y protocolos necesarios para manejar adecuadamente la “hora dorada”.

La falta de conocimientos adecuados puede aumentar las complicaciones para los pacientes, el realizar una intervención educativa bien estructurada en donde se pueda actualizar la enseñanza puede reducir estos riesgos al asegurar que el personal de enfermería esté bien informado y preparado para manejar situaciones críticas de manera eficiente.

La capacitación continua y la evaluación del personal no solo mejoran la respuesta en situaciones críticas, sino que también elevan el estándar general de atención en el área de oncología pediátrica. Esto puede tener un impacto positivo en los resultados de salud de los pacientes y en la satisfacción de las familias.

Estudios previos han demostrado que las intervenciones educativas en el ámbito de la enfermería pueden mejorar significativamente sus conocimientos y habilidades, lo que se traduce en una mejor atención al paciente. Implementar y evaluar este tipo de programas en el Hospital Juárez de México puede proporcionar datos valiosos y contribuir a la literatura existente sobre la efectividad de las intervenciones educativas en entornos hospitalarios.

Hora dorada en paciente pediátrico en padecimientos oncológicos

El concepto de hora dorada probablemente se derivó de los datos del ejército francés de la Primera Guerra Mundial para la atención de víctimas de traumatismos, pero es adecuado para todo tipo de emergencias agudas. Durante estos sesenta minutos dorados, los proveedores de atención médica deben concentrarse en eliminar o mitigar el efecto de eventos críticos. Si no se toman a tiempo, estas medidas esenciales conllevan una amenaza máxima para la vida de la víctima al causar daños irreversibles a órganos vitales.

La neutropenia febril en pacientes oncológicos pediátricos plantea una carga significativa de mayor morbilidad y mortalidad. Se requiere atención de emergencia inmediata y eficiente y una administración rápida de antibióticos dentro de los 60 minutos posteriores a la presentación en el hospital para prevenir el deterioro clínico y reducir las tasas de ingreso a cuidados intensivos y mortalidad. La prestación eficiente de atención en el departamento de emergencias se ve afectada por los desafíos modernos, como el aumento de la demanda de los usuarios, los recursos limitados y la falta de flujo. En respuesta a esto, para acelerar la prestación de atención, se han desarrollado guías prácticas para incluir protocolos iniciados por enfermeras que guían a las enfermeras a iniciar investigaciones e intervenciones específicas predeterminadas para pacientes que cumplen ciertos criterios. Los pacientes pediátricos neutropénicos febriles pueden ser un grupo específico que puede beneficiarse de los protocolos iniciados por enfermeras debido a la naturaleza crítica del tiempo de la atención requerida.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizo un estudio cuantitativo, descriptivo con diseño cuasiexperimental con el personal de enfermería del Hospital Juárez de México, con un muestreo no probabilístico por disposición de la muestra en cumplimiento con los criterios de inclusión y exclusión, la n=75 enfermeros del servicio de pediatría.

El instrumento empleado en esta investigación está basado en las Recomendaciones Establecidas Por El Consenso Sobre El Manejo De La Neutropenia Febril En El Paciente Pediátrico Oncohematológico (CSEMDNFPPO) , el cual está integrado por datos sociodemográficos, y en cuanto al conocimiento teórico consta de 11 ítems de opción múltiple, en donde se evalúan los conocimientos sobre neutropenia febril, empleo de fármacos empíricos, infecciones fúngicas y cuidados de enfermería, se evalúa de acuerdo a la puntuación máxima, en relación al número de ítems, considerando como máximo, la puntuación 11.

El presente proyecto de investigación fue sometido a los comités de Ética, Investigación y Bioseguridad del Hospital Juárez de México. Después a los potenciales participantes que cumplan con los criterios de elegibilidad, se les invito a participar mediante firma de consentimiento informado. Aquellas personas que aceptaron participar se les aplico una cédula de datos generales para obtener información sobre el sexo, el turno en el que labora y los años de experiencia en la atención pacientes pediátricos con cáncer. Asimismo, se les aplico un instrumento para medir conocimientos sobre la hora dora, (medir conocimientos sobre la hora dora; dicho instrumento fue diseñado por el CSEMDNFPPO), se realizó la intervención educativa durante 1 mes, se llevaron a cabo dos sesiones de una hora, se asistió a los diferente turnos la capacitación se llevó a cabo de forma virtual o presencial de acuerdo a las necesidades del personal, posteriormente a esta intervención se aplicó un pos-test para medir el impacto de la intervención educativa (el pre test y pos-test se realizaron a través de un formato físico o por medio de un cuestionario elaborado en forms), y se realizaron análisis estadísticos para realizar el informe de resultados.

Plan de análisis estadístico

Las variables de estudio se describirán con frecuencias y porcentajes para el caso de variables categóricas, mientras que las variables continuas se describirán con medias o medianas (según su tipo de distribución de acuerdo con la prueba estadística de Shapiro-Wilk).

Para obtener el valor p se empleó la prueba de Bonferroni.Para comparar el nivel de varianza se empleó la prueba de ANOVA de una vía y la prueba T de Student para comparar muestras relacionadas.

Para comparar el nivel de conocimientos del personal de enfermería sobre la hora dorada antes y después de la intervención se empleará la prueba t de Student para diferencia de medias relacionadas o bien se usará la prueba de los rangos de Wilcoxon en caso de no cumplir con el supuesto de normalidad. La significancia estadística para todas las pruebas de hipótesis se basará en un valor $p<0.05$. Los análisis estadísticos se realizarán en el paquete estadístico STATA (versión 15.1, release 2021; StataCorp, College Station, TX, USA

RESULTADOS

Las características generales de los participantes de este estudio se presentan en la Tabla 1. Del personal de enfermería que participó en el presente estudio, el 95.2% eran mujeres y la edad de la mayoría oscilaba entre los 20 y 30 años. El 55.6% se desempañaba en el servicio de hospitalización pediátrica y el 42.9% laboraban en el turno matutino. La mayor parte de los participantes contaba con una escolaridad máxima de licenciatura y el 57.4% tenía entre 11 y 20 años de experiencia laboral.

Tabla 1. Características generales de los participantes (n=63)

Características	f	%
Sexo		
Femenino	60	95.2
Masculino	3	4.8
Edad (años)		
20-30	22	34.9
31-40	15	23.8
41-50	14	22.2
51-60	12	19.1
Servicio		
Urgencias pediátricas	24	38.1
Hospitalización pediátrica	34	55.6
Oncología ambulatoria	5	6.4
Turno		
Matutino	27	42.9
Vespertino	13	20.6
Nocturno	23	36.5
Escolaridad máxima		
Técnico	12	19.0
Licenciatura	41	65.1
Posgrado	10	15.9
Tiempo de experiencia ocupacional (años)		
≤ 10	10	9.9
11 – 20	58	57.4
21 – 30	7	6.9
≥31	36	25.7

Nota: (CSEMDNFPPO) n= 63

El puntaje mínimo y máximo va de cero a 11. Dado que el puntaje de esta evaluación previa a la intervención se distribuyó de manera normal, este se describió con medias y desviación estándar, encontrándose un puntaje promedio de 5.9 con una desviación estándar de 1.5 (ver tabla 2).

Tabla 2. Evaluación de conocimientos pre-intervención.

Evaluación	Rango del puntaje	Media	Desviación estándar
	3-9	5.9	1.5

Fuente: Consenso Sobre El Manejo De La Neutropenia Febril En El Paciente Pediátrico Oncohematológico n= 63

Al comparar el puntaje promedio de la evaluación pre-intervención según el grado académico y algunas características laborales de los participantes, se observaron diferencias significativas en lo que respecta al grado máximo de escolaridad.

Tabla 3. Evaluación de conocimientos pre-intervención.

Características	Media	Desviación estándar
Escolaridad máxima		
Técnico	5.1	1.3
Licenciatura	5.9	1.5
Posgrado	6.9	1.1
Servicio		
Urgencias pediátricas	6.0	1.6
Hospitalización pediátrica	5.8	1.4

Oncología ambulatoria	5.2	1.5
Tiempo de experiencia ocupacional (años)		
< 20	6	1.4
≥ 20	5.7	1.6

Fuente: Consenso Sobre El Manejo De La Neutropenia Febril En El Paciente Pediátrico Oncohematológico n= 63

Tras desarrollar la intervención educativa, (evaluación post-intervención).

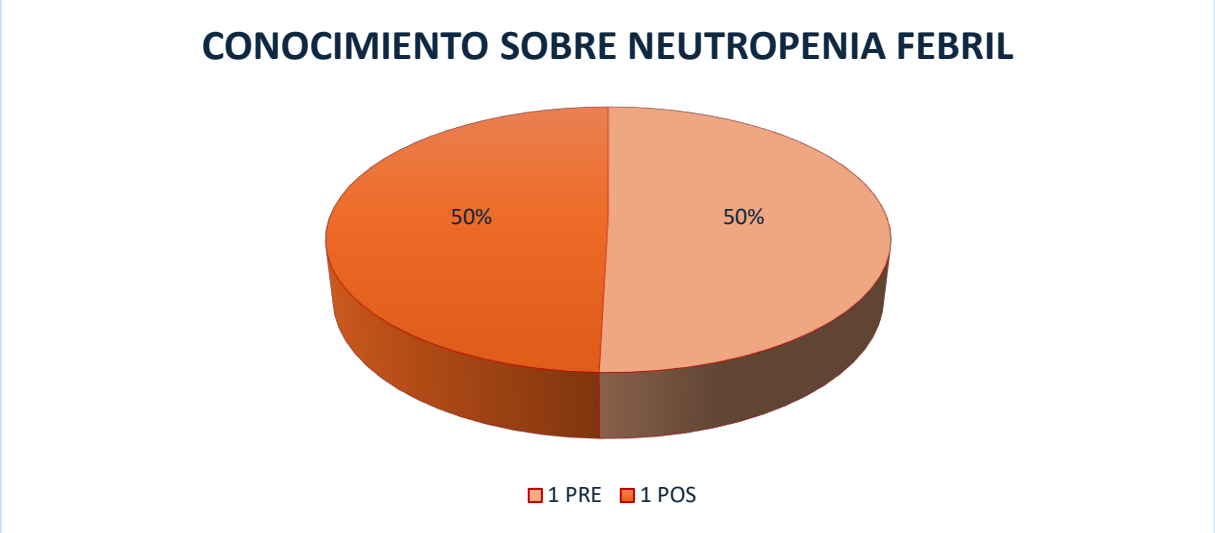
Tabla 4. Evaluación de conocimientos pre-intervención.

	Pre-intervención	Post-intervención
Evaluación	Media (DE)	Media (DE)
	5.9 (1.5)	7 (1.2)

Fuente: Consenso Sobre El Manejo De La Neutropenia Febril En El Paciente Pediátrico Oncohematológico n= 63

Grafica 1. Conocimientos sobre neutropenia febril

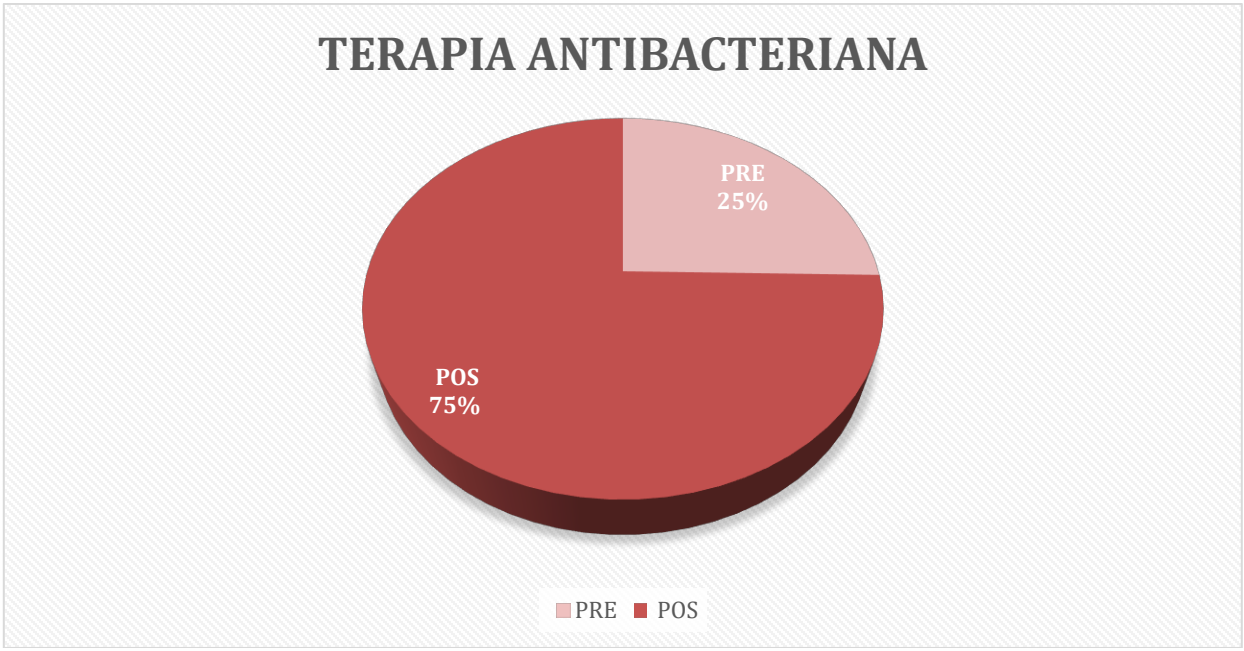
En esta gráfica podemos observar que el personal de enfermería mantiene en un 50% el conocimiento sobre el concepto de neutropenia febril.



Fuente: Consenso Sobre El Manejo De La Neutropenia Febril En El Paciente Pediátrico Oncohematológico *n= 63*

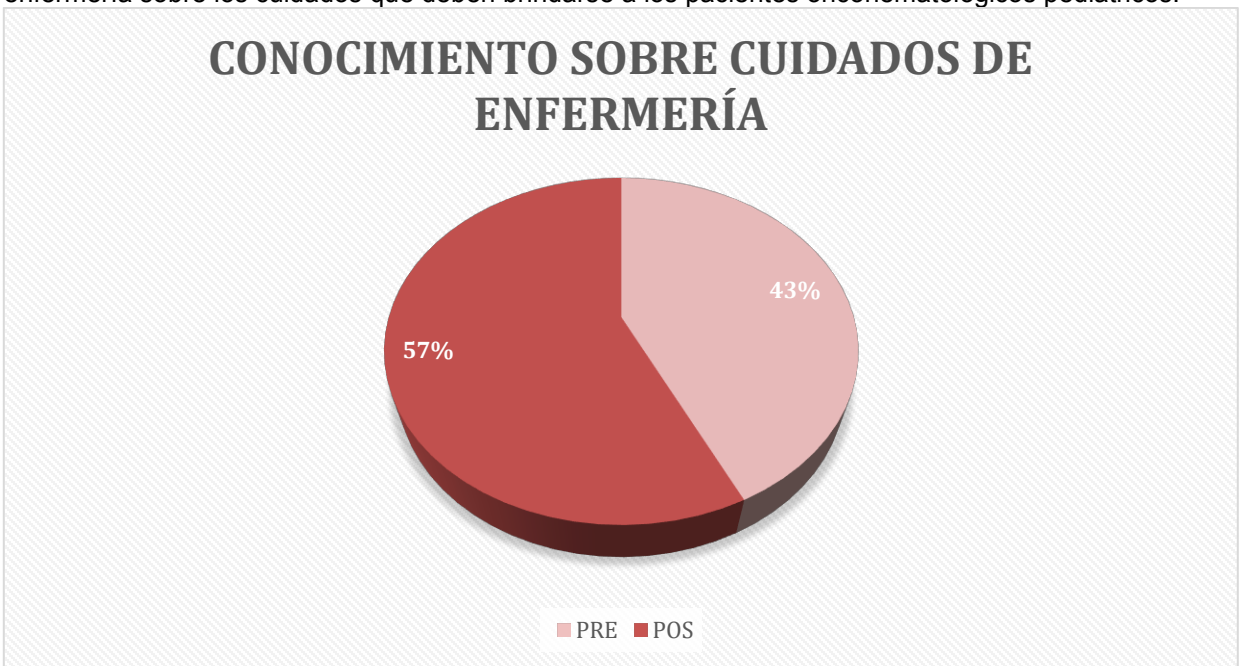
Gráfica 2. Conocimientos sobre terapia antibacteriana

En la gráfica 2 podemos observar que el personal de enfermería antes de realizar la intervención educativa solo el 25% conocía cual es la terapia antimicrobiana empleada en los pacientes con neutropenia febril, y posterior a la intervención se obtuvo un 75% de respuestas correctas, lo cual indica que un 50% más del personal conoce el tratamiento empírico antimicrobiano empleado.



Fuente: Consenso Sobre El Manejo De La Neutropenia Febril En El Paciente Pediátrico Oncohematológico *n= 63*

Gráfica 3. Conocimientos sobre los cuidados de enfermería.
Esta grafica muestra un incremento del 14% en el conocimiento que adquirió el personal de enfermería sobre los cuidados que deben brindarse a los pacientes oncohematológicos pediátricos.



Fuente: Consenso Sobre El Manejo De La Neutropenia Febril En El Paciente Pediátrico Oncohematológico *n= 63*

CONCLUSIONES

El programa de la Hora Dorada es un punto clave para la atención de emergencias del paciente pediátrico oncohematológico. Este periodo crítico, definido como la primera hora después de inicio de una emergencia oncológica, representa un momento determinante para implementar

intervenciones que garanticen la estabilidad del paciente y reduzcan complicaciones graves como el choque séptico. En este contexto el personal de enfermería desempeña un papel crucial, debido a que su conocimiento y sus habilidades interfieren directamente en la calidad del manejo del paciente con neutropenia febril. Sin embargo, dados los diferentes perfiles de formación académica del personal de enfermería que brinda cuidados a estos pacientes, es imperativo emprender programas educativos y de actualización, que les brinden herramientas para brindar atención de calidad y con ello prevenir riesgos y sus complicaciones.

Es importante considerar que el adecuado manejo de estos pacientes no depende únicamente del personal de enfermería, sino también del resto de profesionales que conforman al equipo multidisciplinario de salud. Por ello, es necesario extender programas de capacitación a los otros profesionales de la salud (cómo médicos, químicos, radiólogos y otros), en los cuales se aborden los procedimientos que deben realizarse de manera conjunta y coordinada.

Debido a que, en los diferentes hospitales de México, a la fecha no hay una estandarización de los protocolos de actuación durante la hora dorada es necesario que los tomadores de decisiones en políticas públicas en salud favorezcan la estandarización de estos procesos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amanie Khairullah, PharmD, Lauren M. Garner, PharmD, Mia DeMarco, PharmD, William S. Wilson, Pharm D. Characterization of Febrile Neutropenia Management in Children With Malignancies: A Single-Center Evaluation. The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics (2023) 28 (3): 235–240. https://doi.org/10.5863/1551-6776-28.3.235
2. Anne Marie Foley MS, enfermera registrada, ACNS-BC, CCRN-K; Hoffman, Megan MSN, RN, AOCNS, AGCNS-BC, EBP (CH) . CE: Neutropenia febril en el paciente en quimioterapia. AJN, American Journal of Nursing 123(5):p 36-42, mayo de 2023. doi: 10.1097/01.NAJ.0000931888.96896. a1.
3. Christa Koenig, Thomas Lehrnbecherb. Diagnóstico y tratamiento de pacientes pediátricos con neutropenia febril. EJC Paediatric Oncology 2 (2023) (1-9) https://doi.org/10.1016/j.ejcped.2023.100116
4. Instituto Nacional de Salud Pública [Internet]. México (citado 21 de febrero 2024) recuperado a partir de: https://www.insp.mx/avisos/diagnostico-precoz-del-cancer-infantil-salva-vidas. Fecha de última actualización: 15 febrero, 2023.
5. L. Martínez Campos, P. Pérez-Albert, L. Ferres Ramis et al. Consensus document on the management of febrile neutropenia in pediatric hematology and oncology patients of the Spanish Society of Pediatric Infectious Diseases (SEIP) and the Spanish Society of Pediatric Hematology and Oncology (SEHOP) Anales de Pediatría 98 (2023) 446-459 Available online 31 May 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2023.03.012.
6. Lance Wiedower In the 'Golden Hour,' antibiotics save lives in Latin America. • December 7, 2023https://www.stjude.org/research/progress/2023/in-the-golden-hour-antibiotics-save-lives-in-latin-america.html
7. Maegan Wagner, Neutropenia Nursing Diagnosis & Care Plan. January 4, 2023. nursetogether.com.https://www.nursetogether.com/neutropenia-nursing-diagnosis-care-plan Phillips, Ruth, RN, BSN, MS,O.C.N®, B.C.M.A.S., Cavazos, Rebecca, RN,B.S.N., C.C.R.N. Continuous temperature monitoring: The value of early fever detection. Oncol Nurse Forum 2023 03;50(2):C63-C64. https://www.proquest.com/docview/2787280033/fulltext/E14FF92463844137PQ/1?accountid=14598&sourcetype=Scholarly%20Journals
8. Marie-Pier Lirette MBChB, Nicola Wright MD, Evelyne D. Trottier MD, Carolyn E Beck MD, Management of febrile neutropenia in immunocompetent children and youth. [revista en la Internet]. 2023.Canadian Pediatric Society. https://cps.ca/en/documents/position/management-of-febrile-neutropenia-in-immunocompetent-children-and-youth.
9. Northcott KMT, Gibson K, Peters MDJ. Nurse-initiated protocols in the emergency department management of pediatric oncology patients with fever and suspected neutropenia: a scoping review protocol. JBI Evid Synth. 2021 May;19(5): 1243-1250.

10. DOI: 10.11124/JBIES-20-00149.
11. Phillips, Ruth, RN, BSN, MS,O.C.N®, B.C.M.A.S., Cavazos, Rebecca, RN,B.S.N., C.C.R.N. Continuous temperature monitoring: The value of early fever detection. Oncol Nurse Forum 2023 03;50(2):C63-C64. https://www.proquest.com/docview/2787280033/fulltext/E14FF92463844137PQ/1?accountid=14598&sourcetype=Scholarly%20Journals
12. Radhika Raman, et al. Management and Immediate Outcome of Common Pediatric Oncological Emergencies from a Single Centre. Asian Pac J Cancer Care 8 (4), 783-78608/22/2023. DOI: 10.31557/APJCC.2023.8.4.783-786.
13. Raheja R, Reddy N, Patel T, et al. Clasificación de los episodios neutropénicos febriles inducidos por quimioterapia en uno de los tres síndromes neutropénicos febriles. (2 de agosto de 2023) Cureus 15(8): e42843. doi:10.7759/cureus.42843
14. Rivera-Luna Roberto. La importancia del cáncer infantil en México. Gac. mex. oncol. [revista en Internet]. 2022 Mar [citado 2024 Feb 21] ; 21(1): 1-2. Disponible en: 14-Mar-2022. doi. https://org/10.24875/j.gamo.m22000218.
15. Rodríguez A, Valdez L, Vega J, Gómez García W. Cáncer infantil: lo que debemos saber. cysa [Internet]. 3 de junio de 2023 [citado 2 de junio de 2023];7(2):69-76. Disponible en: https://revistas.intec.edu.do/index.php/cisa/article/view/2852
16. Santos Cristina, Sousa Ana Sabrina. Doente com neutropenia febril: Uma intervenção especializada - Revisão integrativa da literatura. Revista Onconews [Internet]. 2021 jun [citado 2024 Mar 07] ; (42): 22-29.
17. Siegel RL , Molinero KD , Wagle NS , Jemal A . Estadísticas de cáncer, 2023 . CA Cáncer J Clin . 2023 ; 73 (1) : 17-48. doi: 10.3322/caac.21763
18. Ved Prakash Maurya , Rakesh Mishra , Luis Rafael Moscote-Salazar , Tariq Janjua , Rafael Cincu , Amit Agrawal. Neurotrauma Care, “Golden Hour” or “Golden Sixty Minutes. J Neurointensive Care 2022;5(2):44-47 https://doi.org/10.32587/jnic.2022.00542 .
19. https://together.stjude.org/es-us/
20. 19. Artigo. Ciênc. saúde coletiva 25 20 Dic 2019Ene 2020 •https://doi.org/10.1590/1413-81232020251.28462019. Regulación de la enfermería en México: actores, procesos y resultados
21. Patricia Aristizabal, Gustavo Nigenda, Allison Squires, Yetzi Rosales
22. 20. Academia Lab. (2024). Enfermería en Estados Unidos. Enciclopedia. Revisado el 11 de diciembre del 2024. https://academia-lab.com/enciclopedia/enfermeria-en-estados-unidos/
23. 21. Carper BA. Fundamental patterns of knowing in Nursing. Adv Nurs Sci. 1978;1(1):13-23.
24. 22.Nurse Key. Nursing’s fundamental patterns of knowing (interenet). 2023(citado el 25 de agosto de 2024). Disponible en: https://www.nursekey.com
25. 23.Nursology. Co-Mingling Carper and the Digital Twin (Internet).2024. disponible en https://www.nursology.net
26. 24.VanDerHorn E, Mahadevan S. Digital Twin In Nursing : Decision support systems. Decis Support Syst. 2021;142:113467
27. 25.Romano MG. Proyecto hora dorada ayuda a la sobrevida de niños con cancer en Tijuana. [internet].2024[disponible en :https://porsialguienpreguntaba.info

COINFECCIÓN BRONCOPULMONAR POR *Lophomonas Blattarum* Y *Pneumocystis Jirovecii*: REPORTE DE UN HALLAZGO EN MORELIA, MICHOACÁN

Rosa Elena Torres Ruiz, Jorge Horacio Cerda Martínez

Facultad de Químico Farmacobiología, UMSNH
rosa.torres@umich.mx

RESUMEN

La lophomoniasis es una infección poco común, principalmente pulmonar, causada por el protozoario flagelado *Lophomonas blattarum*. Este microrganismo reside como simbionte en el tracto digestivo de las cucarachas y se transmite al ser humano mediante la inhalación de quistes presentes en el polvo presente en el ambiente. En años recientes, se ha observado un incremento en la incidencia de esta patología asociado a factores de predisposición, incluyendo complicaciones post-COVID. Se analizó una muestra de esputo y extensiones citológicas remitidas al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Químico Farmacobiología (UMSNH) en Morelia para confirmación de diagnóstico. El espécimen mostró una coloración grisácea y una viscosidad acentuada, para el análisis microscópico del mismo, se utilizaron las técnicas de tinción de Gram, Wright y tricrómico, lo que reveló una respuesta inflamatoria aguda caracterizada por un predominio de neutrófilos; además, se identificaron trofozoítos de *L. blattarum*, diferenciándolos morfológicamente de las células ciliadas del epitelio bronquial. De manera concomitante, se detectaron estructuras compatibles con *Pneumocystis jirovecii* (quistes y trofozoítos) y blastoconidios de levaduras, los cuales no habían sido reportados en el diagnóstico inicial. La presencia de estos agentes oportunistas sugiere un estado de inmunocompromiso severo en el paciente. Este caso resalta la importancia de la microscopía diagnóstica y el uso de tinciones diferenciales para la identificación de patógenos emergentes y coinfecciones complejas. La lophomoniasis debe considerarse en el diagnóstico diferencial de afecciones broncopulmonares, especialmente en pacientes con deterioro del sistema inmune.

INTRODUCCIÓN

Lophomonas blattarum y *L. striata* son protozoarios flagelados que viven en el sistema digestivo de termitas y cucarachas, donde digieren la celulosa que estos artrópodos ingieren, por lo que forman una simbiosis entre ellas. Fueron descubiertan a finales del siglo XIX, pero se desconocía su rol como agentes patógenos. El primer caso registrado de lophomoniasis se presentó en China en 1993. Desde ese año, hasta 2016, se informaro alrededor de 140 casos, con más del 90 % de ellos en China, de ellos, 97 % broncopulmonares, 2 % de los senos nasales y 1 % de las vías urinarias. Los factores predisponentes incluyen inmunocompromiso: pacientes trasplantados, con neoplasias, con VIH, que usan corticosteroides, con tratamientos antineoplásicos, con asma bronquial, con EPOC y pacientes post-COVID. Únicamente L. blattarum se ha encontrado causando problemas de salud.

El ciclo de vida comienza en las cucarachas, que eliminan a *L. blattarum* en forma de quiste en sus heces fecales; estos quistes se acumulan en el polvo durante un tiempo incierto, y permanecen infectantes. Cuando una persona, especialmente susceptible, inhala el polvo que contiene los quistes, éstos llegan a los pulmones, se desenquistan y liberan a trofozoítos. Se considera que la ingesta de alimentos y líquidos contaminados con quistes puede ser una vía alternativa para infectarse, pero no está comprobado. Una vez instalados en los pulmones, los trofozoítos se dividen por fisión binaria y causan daño de severidad variable.

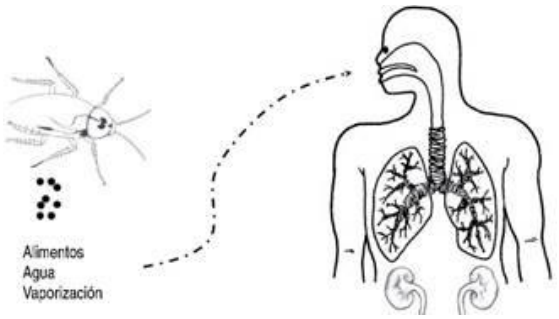


Figura 1. Ciclo de vida de Lophomonas blattarum donde se muestra el modo de transmisión desde las cucarachas hacia el ser humano. Tomada de https://www.scielo.org.mx/pdf/mccmmc/v33n3/2448-8909-mccmmc-33-03-150.pdf.

A pesar de ser un agente que se conoce desde hace más de un siglo, se conoce poco de la fisiopaología de la lophomoniasis, puesto que sus manifestaciones clínicas son inespecíficas. Entre ellas están: tos seca o productiva, disnea variable, hemoptisis y dolor pleurítico; la fiebre es infrecuente, a menos que haya coinfección bacteriana, la que se describe como neumonía atípica "refractaria" a los antimicrobianos. Esto explica la baja sospecha clínica, enfoques erróneos, la no administración de tratamiento específico y la ausencia de respuesta a los tratamientos administrados para las enfermedades respiratorias más habituales.

Entre las complicaciones se encuentran: edema con estrechez del árbol bronquial, agudización del asma, síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, bronquiectasias, absceso pulmonar, atelectasia segmentaria y derrame pleural.

El tratamiento de elección es el metronidazol y los métodos de prevención incluyen limpieza de la casa para evitar la proliferación de cucarachas y que se acumule el polvo, donde se mantienen los quistes, tener especial atención con pacientes susceptibles (post-COVID), se requiere mayor conocimiento de la lophomoniasis y evitar aplastar las cucarachas porque esto puede dispersar a *Lophomonas*.

Pneumocystis jirovecii (antes *P. carinii*) es un microorganismo oportunista anteriormente considerado como protozoario, pero en la actualidad reubicado en el reino Fungi; está asociado a pacientes con SIDA, presentando una alza en los casos a partir de la década de 1980. Es cosmopolita, presentándose tanto en zonas rurales como urbanas, tropicales y templadas. Es causante de la neumonía por *Pneumocystis* (PnP, por sus siglas en inglés), la cual se considera una antroponosis.

El ciclo de vida se divide en una fase asexual y una sexual. En la fase asexual los esporozoítos tardíos (antes trofozoítos) diploides se dividen por fisión binaria. En la fase sexual, esporozoítos tardíos haploides de *P. jirovecii* se fusionan formando una célula diploide que se desarrolla en un prequiste, continúa con divisiones nucleares y forma una asca (antes quiste) con hasta 8 esporozoítos o cuerpos intraquísticos, que corresponden a las ascosporas.

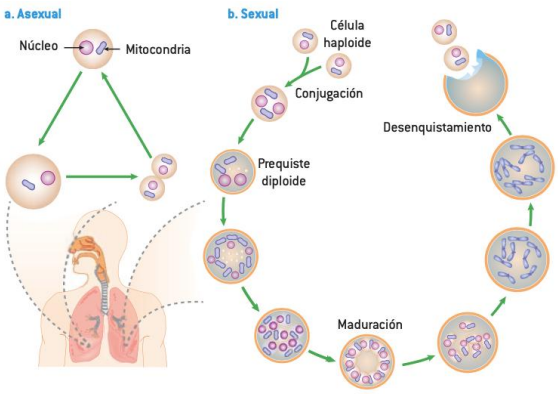


Figura 2. Ciclo de vida de *Pneumocystis jirovecii* donde se muestran las fases asexual y sexual del hongo. Tomada de Parasitología Humana de Apt.

La infección se presenta cuando pacientes inmunocomprometidos se exponen a personas inmunocompetentes portadoras del hongo. La vía de entrada es pulmonar, pero dado que se ha aislado de agua, se considera que la vía oral también es una alternativa de infección. También se ha considerado como una infección endógena, indicando que *P. jirovecii* forma parte de la microbiota.

Afecta principalmente a pacientes con SIDA, aunque también se han presentado brotes por guerras; afecta, además, a pediátricos prematuros y a pacientes malnutridos. Se han encontrado susceptibles a la infección pacientes con leucemias, linfomas, trasplantados, alcohólicos crónicos, con internamientos hospitalarios prolongados, con artritis reumatoide, con enfermedad de Crohn, con psoriasis, con fibrosis quística y con EPOC.

P. jirovecii se adhiere a los neumocitos, lo que induce una respuesta inmune innata y adaptativa, lo cual no ocurre en pacientes inmunocomprometidos; produce β-glucanos, los cuales activan a macrófagos, células dendríticas y células pulmonares, pero una vez establecida la infección, su concentración disminuye, por lo que el microorganismo puede evadir la inmunidad. La PnP sintomática se presenta en pacientes con SIDA, con cuentas <200 linfocitos T CD4+/μL en adultos y <400 linfocitos T CD4+/μL en niños. Estos pacientes presentan neumonía severa, aguda y difusa, la cual deriva en insuficiencia respiratoria progresiva. Los signos son inespecíficos: fiebre moderada, fatiga y pérdida de peso al inicio; después se manifiesta con fiebre, tos seca y disnea, al principio es de esfuerzo y posteriormente progresa a ortopnea. La inflamación es variable, pues depende del estado inmunológico de cada paciente.

El tratamiento de elección es el trimetoprim con sulfametoxazol (TMP/SXT); los fármacos alternativos incluyen pentamidina, atovaquona, clindamicina/primaquina y trimetrexano. A pesar de que *P. jirovecii* es un hongo, no contiene ergosterol, por lo que los fármacos dirigidos a esta molécula (anfotericina B y azoles) no son eficaces. La terbinafina y las equinocandinas son efectivas *in vitro*, pero no se ha comprobado su eficacia *in vivo*. Las medidas preventivas van dirigidas a pacientes con SIDA: evitar el contacto con posibles portadores, aplicación de bajas dosis de TMP/SXT y administración de HAART (*highly active antiretroviral therapy*) y CART (*combination antiretroviral therapy*) para restablecer las cuentas de linfocitos T CD4+.

MARCO TEÓRICO

Morfología del trofozoíto de *Lophomonas blattarum:* Presenta una forma ovoide o piriforme, con una longitud de 20-60 μm y una anchura de 12-20 μm. Tiene un cúmulo de flagelos (más de 50) ondulantes y de longitud variable en el extremo anterior. Su citoplasma contiene gránulos gruesos y algunas vacuolas. Presenta cáliz, túbulos perinucleares y filamentos axostilares, que pueden proyectarse más allá del extremo posterior. Tiene uno o dos núcleos, no siempre visibles. Carece de barra terminal.

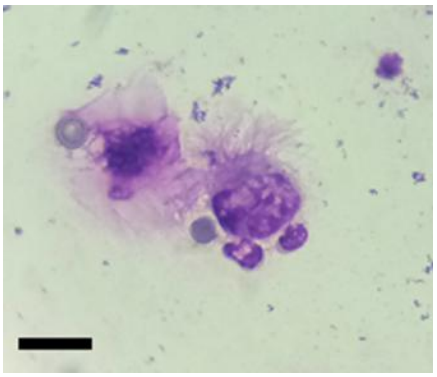


Figura 3. Trofozoíto de *Lophomonas blattarum* (centro) de una muestra de lavado broncoalveolar teñida con Giemsa. La barra corresponde a 10 μm. Tomada de https://link.springer.com/article/10.1007/s11686-021-00468-3/figures/1.

Morfología de las células epiteliales bronquiales ciliadas: Tienen forma cónica o columnar. Miden de 20-30 μm de longitud. Presentan un cúmulo de cilios (aproximadamente 200), uniformes en tamaño (entre 5-10 μm), arreglados regularmente, que emergen de la cara apical de la célula. Posee un núcleo localizado en la parte inferior, del lado opuesto del cúmulo de cilios. Una marcada barra terminal está presente en el extremo apical de la célula, justo por debajo del origen de los cilios.

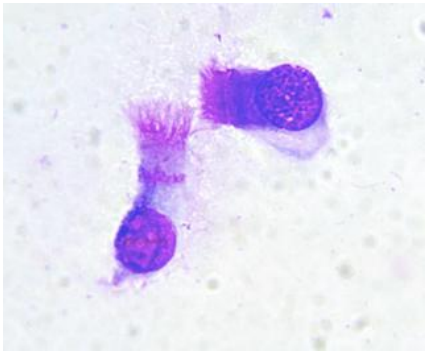


Figura 4. Células bronquiales ciliadas teñidas con Giemsa. Modificada de https://www.instagram.com/p/DPh4r77kTEI/.

Morfología del esporozoíto tardío (antes trofozoíto) de *Pneumocystis jurovecii:* Se considera de este modo cuanto está fuera de la asca. Tienen una forma redondeada u ovoide, con un diámetro de 2-4 μm. puede ser haploide y entrar en reproducción sexual, o diploide y dividirse por fisión binaria. De cada 10 trofozoítos, 8 provienen de reproducción sexual. A pesar de ser un hongo, *P. jirovecii* no crece en medios de cultivo.

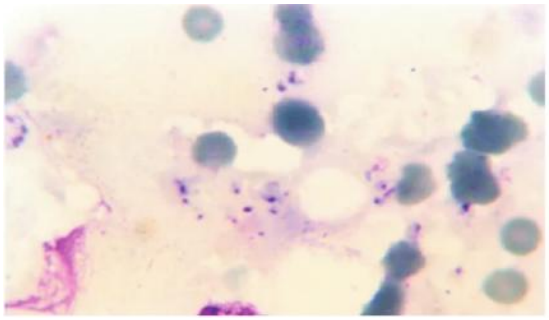


Figura 5. Esporozoítos tardíos (trofozoítos) de *Pneumocystis jirovecii* de una muestra pulmonar teñidos con Giemsa. Tomada de https://www.researchgate.net/figure/Stained-trophozoite-by-Giemsa-method-from-lung-smear_fig1_257653971.

Morfología de la asca (antes quiste) de *Pneumocystis jurovecii:* Es esférica o semilunar. Cuando madura mide entre 8-10 μm de diámetro y contiene 8 esporozoítos o cuerpos intraquísticos (trofozoítos) en su interior, que corresponden a las ascosporas. Tanto las de los esporozoítos tardíos como de las ascas están inmersas en un exudado proteínico y espuma alveolar en las observaciones al microscopio.

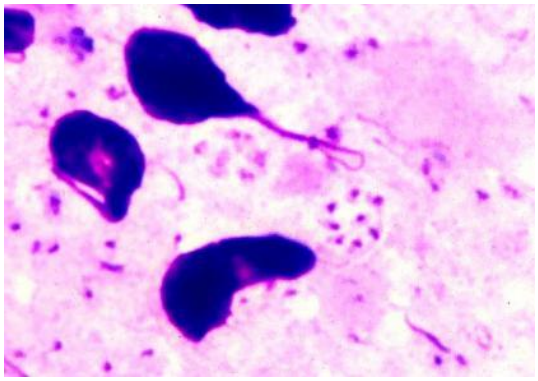


Figura 6. Asca (quiste) de *Pneumocystis jirovecii* teñida con Giemsa. Tomada de https://w1.med.cmu.ac.th/parasite/miscellaneous/1477/.

METODOLOGÍA

Por parte del laboratorio clínico de un hospital público de Morelia, Michoacán, se remitió una muestra de esputo al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Químico Farmacobiología (QFB) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH); no se proporcionaron datos sobre el paciente. La mucosidad de la muestra era bastante evidente, presentando un color grisáceo, sin signos de hemoptisis. Junto con la muestra, se enviaron laminillas de tinción Gram realizadas en el laboratorio de origen, donde se mencionó que se observaron trofozoítos de *Lophomonas blattarum* y se distinguieron de las células bronquiales ciliares.

En el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de QFB se procedió a trabajar la muestra, haciendo preparaciones con tinciones de Wright, tricrómica y Ziehl-Neelsen modificada.

Tinción de Wright: Para esta técnica se necesitaron portaobjetos, cubreobjetos, equipo para tinción de Wright (colorante y buffer), resina Entellan® para sellar, aceite de inmersión y microscopio.
Tinción tricrómica: Para esta técnica se necesitaron portaobjetos, cubreobjetos, equipo para tinción tricrómica (colorante, etanol a diferentes concentraciones y xileno), resina Entellan® para sellar, aceite de inmersión y microscopio.
Tinción Ziehl-Neelsen modificada: Para esta técnica se necesitaron portaobjetos, cubreobjetos, equipo para tinción de Ziehl-Neelsen (fucsina fenicada, alcohol-ácido y azul de metileno), resina Entellan® para sellar, aceite de inmersión y microscopio.

RESULTADOS

Cuando se revisaron las preparaciones, se confirmó la presencia de los trofozoítos de *Lophomonas blattarum* y se diferenciaron de las células bronquiales ciliadas, en las laminillas proporcionadas por el laboratorio clínico (tinción Gram) como en las teñidas en el Laboratorio de Parasitología (tinciones Wright y tricrómica).



Figura 7. Trofozoíto de *Lophomonas blattarum* teñido con Gram. Fotografía tomada en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de QFB de la UMSNH.

Sin embargo, mientras se revisaron las tinciones, se observaron estructuras redondeadas u ovaladas que se sospechó se trataba de microsporidias, por lo que se procedió a realizar una tinción de Ziehl-Neelsen modificada, la cual fue negativa, ya que las estructuras observadas eran negativas a la tinción, es decir no ácido-alcohol resistentes (no AAR).

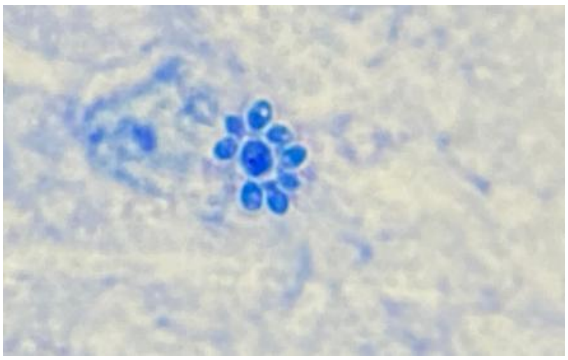


Figura 8. Esporozoítos tardíos (trofozoítos) de *Pneumocystis jirovecii*, negativos a la tinción de Ziehl-Neelsen. Fotografía tomada en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de QFB de la UMSNH.

Dada la negatividad de la tinción de Ziehl-Neelsen, y con observación más detallada en la tinción de Wright, se lograron observar ascas (quistes) de *Pneumocystis jirovecii*, con lo cual se dedujo que las estructuras redondeadas y ovaladas observadas anteriormente, correspondían a esporozoítos tardíos (trofozoítos) de este hongo.



Figura 9. Ascas (quistes) de *Pneumocystis jirovecii* con tinción tricrómica. Fotografía tomada en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de QFB de la UMSNH.

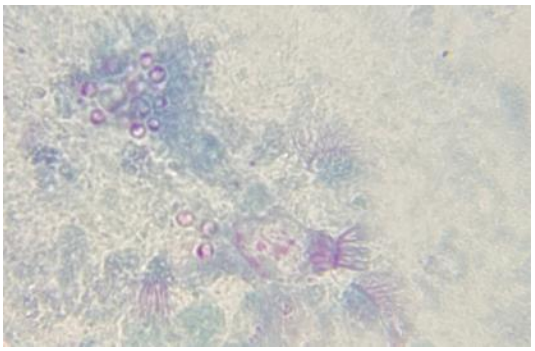


Figura 10. Esporozoítos tardíos (trofozoítos) de *Pneumocystis jirovecii*, células bronquiales ciliadas y un trofozoíto de *Lophomonas blattarum* con tinción tricrómica. Fotografía tomada en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de QFB de la UMSNH.

Además, en todas las tinciones se observaron blastoconidios sugerentes de *Candida*, lo que sugiere una coinfección de lophomoniasis, PnP y candidosis pulmonar.

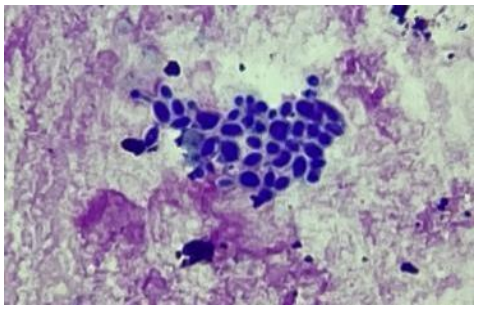


Figura 11. Blastoconidios de *Candida* spp. teñidos con Wright. Fotografía tomada en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de QFB de la UMSNH.

CONCLUSIONES

La pandemia de COVID-19 dejó una profunda huella en la historia humana en todos los ámbitos; en el caso del área de la salud, donde más impactó, debido a que la lophomoniasis, una infección ya existente de manera previa, se hizo evidente y permitió se pudiera hacer diagnóstico acertado y oportuno de esta parasitosis.

En la actualidad se cuentan con métodos novedosos de diagnóstico, que incluyen pruebas genéticas y moleculares que, sin lugar a dudas, permiten el reconocimiento de los agentes infecciosos. Sin embargo, la microscopia es básica para el diagnóstico de agentes, en este caso, parasitarios y fúngicos, porque evidencia las características morfológicas que distinguen a estos microorganismos. Además, las técnicas de tinción adecuadas y analistas de laboratorio capacitados para reconocer a estos agentes, favorecen la identificación.

Estos factores permitieron, no únicamente confirmar que la muestra y las laminillas remitidas al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de QFB de la UMSNH contenían trofozoítos de *Lophomonas blattarum* y difecerciarlos de las células bronquiales ciliadas, sino que también permitieron identificar esporozoítos tardíos (trofozoítos) y ascas (quistes) de *Pneumocystis jirovecii* y blastoconidios de una especie de *Candida* que, como ya se mencionó, no se pudo identificar.

De este modo, se sustenta el trabajo del personal del laboratorio, que permite un diagnóstico acertado, lo cual le da herramientas al médico para el beneficio del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Apt, W. (2013). *Parasitología Humana* (Primera edición). McGraw Hill Education.
2. Arenas, R. y Torres, E. (2019). Micología médica ilustrada (Sexta edición). McGraw Hill.
3. Bonifaz, A. (2020). *Micología Médica Básica* (Sexta edición). McGraw Hill.
4. Carrasco-Vargas, H., Avendaño-Botello, E., Carreón-Bonilla, B., Márquez-Jiménez, A., Vargas-García, Z. y Jaguey-Camarena, K. (2024). Neumonía atípica por *Lophomonas blattarum* en un paciente inmunocomprometido: reporte de un caso. *Revista de Sanidad Militar México, vol. 78* (núm. 2), pp. 1-17. https://www.scielo.org.mx/pdf/rsm/v78n2/0301-696X-rsm-78-02-e03.pdf
5. Garcia, L. (2016). *Diagnostic Medical Parasitology* (6th edition). ASM Press
6. Lozano, L., Mérida-Palacio, J. y Mérida-Rodríguez, P. (2025). Infección por *Lophomonas blattarum* en un paciente sin factores de riesgo identificados: Reporte de caso. *Revista Alergia México, vol. 72* (núm. 4), pp. 386-392. https://doi.org/10.29262/ram.v72i4.1555
7. Morales, G., Ceferino, Y., Cadenas, J. y Méndez, A. (2019). Lophomoniasis pulmonar. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica), vol. 33* (núm. 3), pp. 150-154. https://www.scielo.org.mx/pdf/mccmmc/v33n3/2448-8909-mccmmc-33-03-150.pdf
8. Roberts, L. y Janovy, J. (2009). *Gerald D. Schmidt & Larry S. Roberts' Foundations of Parasitology* (Eighth edition). McGraw Hill Higher Education.

CONDICIÓN BUCODENTAL Y SU REPERCUSIÓN EN LA CALIDAD DE VIDA DE ADULTOS MAYORES RESIDENTES EN UN ASILO

Leslie González[1], Evelyn Landeros Villalpando[1], Alejandra Cervantes Vázquez[1], Grecia Fernanda de la Torre Reynoso[1], Elida Lizeth Barba González [2], Mónica Gabriela Romo [2].

[1] Pasantes de servicio social de la Lic. en Cirujano Dentista de CUALTOS[2,] Departamento de Clínicas de CUALTOS
gonzalez.x.8913@gmail.com

RESUMEN

La salud bucal es un pilar fundamental en el bienestar de los adultos mayores, ya que influye en aspectos esenciales como la alimentación, la comunicación y la autoestima[1]. En este estudio, se exploró cómo las condiciones orales afectan la calidad de vida de los residentes del asilo "Espacio Grato para la Tercera Edad" en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, utilizando el índice Oral Impacts on Daily Performances (OIDP)2. Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo y transversal con 26 adultos mayores (10 hombres y 16 mujeres). A cada uno de los participantes se le realizó una evaluación clínica bucal y se aplicó el cuestionario OIDP en su versión validada en español. Se analizaron los puntajes en tres niveles: leve (1-20), moderado (21-50) y grave (51-100), considerando el impacto en ocho actividades diarias: alimentación, habla, higiene oral, descanso, sonrisa, estado emocional, interacciones sociales y desempeño en actividades cotidianas. Los hallazgos indicaron que el promedio del OIDP fue de 24.2 puntos, lo que sugiere un impacto moderado en la calidad de vida. Se identificó que el 30.8% de los participantes experimentó un impacto leve, el 61.5% moderado y solo el 3.8% un impacto grave. La actividad más afectada fue la alimentación, lo que subraya la relación entre la funcionalidad masticatoria y la salud oral. Asimismo, se observó una alta prevalencia de edentulismo parcial (66.7%) y una baja proporción de uso de prótesis dentales (27.8%)[2]. Estos resultados enfatizan la importancia de implementar estrategias en salud bucal dentro de los asilos, enfocadas en la rehabilitación protésica y la educación sobre higiene oral. Se recomienda el desarrollo de programas preventivos y restaurativos que contribuyan a mejorar tanto la salud oral como la calidad de vida de esta población vulnerable.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento poblacional constituye uno de los principales retos en salud pública a nivel mundial. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el número de personas mayores de 60 años ha incrementado considerablemente en las últimas décadas, generando nuevas necesidades de atención integral, entre ellas el cuidado de la salud bucal. En los adultos mayores, las enfermedades orales representan un problema frecuente debido a factores como la pérdida dental, enfermedades periodontales, xerostomía, presencia de caries y dificultades para mantener una adecuada higiene oral [2] .

La salud bucodental tiene una relación directa con la calidad de vida, ya que influye en funciones esenciales como la alimentación, el habla, la autoestima y la interacción social. Sin embargo, en muchos casos, la atención odontológica en la población geriátrica suele ser limitada, especialmente en personas institucionalizadas en asilos, donde existen barreras relacionadas con dependencia física, deterioro cognitivo y escasa educación en higiene oral [3].

En Latinoamérica, la pérdida dental y las enfermedades periodontales continúan siendo altamente prevalentes en adultos mayores, no como consecuencia natural del envejecimiento, sino debido a hábitos inadecuados de higiene, enfermedades sistémicas y falta de atención preventiva. Además, la ausencia de prótesis funcionales puede generar alteraciones nutricionales y emocionales que afectan significativamente el bienestar de los pacientes [2].

Por ello, el presente proyecto se enfocó en evaluar el estado de salud oral de los residentes del asilo “Espacio grato para la tercera edad”, mediante un diagnóstico clínico y la aplicación del instrumento Oral Impacts on Daily Performances (OIDP), con la finalidad de identificar las principales necesidades odontológicas y el impacto de estas en su vida diaria. Asimismo, se desarrollaron actividades de prevención y promoción de la salud dirigidas tanto a los adultos mayores como a sus cuidadores, buscando fomentar mejores hábitos de higiene bucal y contribuir a una mejor calidad de vida en esta población vulnerable.

TEORÍA

Existe una relación significativa entre la salud bucodental y la calidad de vida de los adultos mayores del asilo "Espacio Grato para la Tercera Edad", de manera que problemas en la salud oral se asocia con una menor calidad de vida.

La calidad de vida relacionada a salud oral se basa en cada individuo y está puede variar según el entorno, relacionado directamente con el funcionamiento físico, mental y bienestar, complementado con la odontología por medio de la evolución de la técnica de cuidado de la cavidad bucal o la falta de ella [2].

El envejecimiento es un fenómeno gradual y continuo, que va en aumento en las últimas décadas, debido al incremento en el promedio de vida y la baja tasa de natalidad, lo que se ha vuelto un reto para los sistemas de salud pública [2].

La salud oral es un componente esencial del bienestar general y juega un papel crucial en la calidad de vida, especialmente en la población geriátrica. Con el envejecimiento, las enfermedades como caries, periodontitis y la pérdida dentaria se vuelven más frecuentes, afectando la capacidad masticatoria, nutricional, comunicativa y salud emocional de los adultos mayores [3].

A pesar de la creciente evidencia sobre la importancia de la salud oral en el envejecimiento saludable, muchos sistemas de salud aún se reúsan a incluir la atención odontológica como parte básica del bienestar geriátrico, debemos de tomar en cuenta que un paciente geriátrico ya no es autosuficientes y por lo tanto no es común que se logre una buena higiene por diversas razones, tales como, la disminución de sus capacidades motrices o cognitivas o en caso de un asilo, los cuidadores no cuentan con la disponibilidad de ayudar a todos los residentes [2] .

PARTE EXPERIMENTAL

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño observacional, descriptivo y de corte transversal. La población de estudio estuvo conformada por adultos mayores residentes del asilo “Espacio Grato para la Tercera Edad”, ubicado en Tepatitlán de Morelos, Jalisco. La selección de los participantes se realizó por conveniencia, considerando su disponibilidad y disposición para participar en la evaluación.

Se incluyeron adultos mayores de 60 años o más que residían en la institución y que presentaban pérdida parcial o total de órganos dentales, independientemente de si utilizaban o no algún tipo de prótesis dental. La muestra final estuvo integrada por 26 participantes, de los cuales 10 fueron hombres y 16 mujeres.

La recolección de la información se llevó a cabo en dos etapas. En la primera, se realizó una valoración clínica bucal mediante exploración visual con el propósito de identificar las principales condiciones de salud oral presentes en los participantes. Durante esta revisión se registraron aspectos como pérdida dental, presencia de caries, acumulación de placa dentobacteriana, dientes fracturados, estado de las prótesis dentales y posibles lesiones relacionadas con su uso. Esta evaluación permitió conocer de manera general las necesidades odontológicas de los adultos mayores incluidos en el estudio.

En la segunda etapa se aplicó el cuestionario Oral Impacts on Daily Performances (OIDP), en su versión en español, instrumento ampliamente utilizado para evaluar cómo las condiciones de salud bucal influyen en la calidad de vida de las personas. Este cuestionario valora el impacto de la salud oral en ocho actividades cotidianas: comer y disfrutar los alimentos, hablar y pronunciar correctamente, realizar la higiene bucal, dormir o relajarse, sonreír sin sentirse avergonzado, mantener el bienestar emocional, desempeñar actividades habituales o de rol social y disfrutar la convivencia con otras personas.

La aplicación del cuestionario se realizó mediante entrevista directa, lo que permitió una mejor interacción con los participantes y facilitó la obtención de respuestas más precisas. Las preguntas fueron realizadas por las investigadoras y las respuestas se registraron en un formulario digital. Cuando algún participante presentó dificultades para comprender alguna pregunta, se contó con el apoyo del personal del asilo para favorecer la comunicación, procurando en todo momento mantener el significado original de cada ítem.

Para obtener la puntuación del OIDP, se multiplicó la frecuencia por la severidad del impacto reportado en cada una de las actividades evaluadas. Posteriormente, se calculó un puntaje global que permitió determinar el grado de afectación de la calidad de vida relacionada con la salud oral de cada participante. Los datos obtenidos fueron organizados y analizados en Microsoft Excel para Microsoft 365 mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Finalmente, los resultados se presentaron en tablas y gráficas para facilitar su análisis e interpretación.

RESULTADOS

La muestra estuvo integrada por 26 adultos mayores residentes del asilo “Espacio Grato para la Tercera Edad”. Al analizar los datos obtenidos mediante el índice Oral Impacts on Daily Performances (OIDP), se encontró un puntaje promedio de 24.2, lo que refleja que las condiciones de salud bucal tienen una repercusión moderada en la calidad de vida de los participantes.

Al clasificar el nivel de impacto, se observó que únicamente un adulto mayor (3.8%) no reportó afectación en sus actividades diarias relacionada con su salud oral. Por otro lado, 8 participantes (30.8%) presentaron un impacto leve, mientras que la mayoría, conformada por 16 adultos mayores (61.5%), se ubicó en la categoría de impacto moderado. Finalmente, un participante (3.8%) mostró un impacto grave. Estos resultados permiten apreciar que la mayor parte de los residentes experimenta algún grado de limitación o incomodidad derivada de su condición bucodental, la cual influye de distintas maneras en su vida cotidiana.

Al evaluar cada una de las actividades incluidas en el instrumento, se identificó que la más afectada fue comer y disfrutar los alimentos, con un promedio de 8.19. Este resultado sugiere que las dificultades relacionadas con la masticación representan uno de los principales problemas para los adultos mayores estudiados. Considerando que la alimentación es una actividad esencial para el bienestar físico y emocional, cualquier limitación en esta área puede repercutir en la calidad de vida y en el disfrute de las actividades diarias.

La segunda dimensión con mayor afectación fue disfrutar el contacto con otras personas, con un promedio de 7.38. Este hallazgo pone de manifiesto que la salud bucal no solo influye en funciones físicas, sino también en la manera en que las personas se relacionan con su entorno. De igual forma, las actividades relacionadas con el desempeño del rol social o las actividades habituales obtuvieron un promedio de 6.88, mientras que sonreír o mostrarse sin pena registró un promedio de 6.42. Estos resultados sugieren que las condiciones bucales pueden afectar la confianza personal, la interacción social y la participación en actividades cotidianas.

Por otra parte, hablar y pronunciar correctamente presentó un promedio de 5.50, mientras que realizar la higiene bucal obtuvo un promedio de 5.42. Aunque estos valores fueron menores que los

observados en las actividades previamente mencionadas, indican que algunos participantes enfrentan dificultades relacionadas con la comunicación y el autocuidado oral.

Las dimensiones con menor promedio fueron mantener el estado emocional (4.46) y dormir o relajarse (4.07). Aun cuando estas actividades mostraron una menor afectación en comparación con las demás, los resultados sugieren que las condiciones de salud bucal también pueden influir en el bienestar emocional y en la sensación de comodidad o tranquilidad de los adultos mayores.

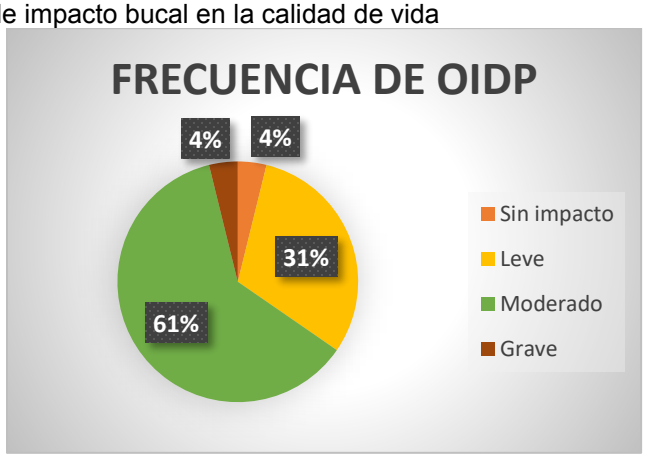
En conjunto, los hallazgos muestran que la salud bucodental de los participantes tiene una repercusión que va más allá de la cavidad oral, afectando principalmente aspectos relacionados con la alimentación, la convivencia social, el desempeño de actividades habituales y la seguridad para sonreír o interactuar con otras personas. Estos resultados resaltan la importancia de fortalecer la atención odontológica integral en adultos mayores institucionalizados, promoviendo acciones preventivas, diagnósticos oportunos, tratamientos de rehabilitación y estrategias de educación para el cuidado de la salud oral, con el propósito de contribuir a una mejor calidad de vida.

Del total de pacientes, el 62% (16 sujetos) correspondió al sexo femenino y el 38% (10 sujetos) al sexo masculino. Los puntajes OIDP, que van de 0 a 100, indican el grado de afectación en la calidad de vida. Los resultados mostraron que el puntaje promedio del cuestionario OIDP fue de 31.04, reflejando un impacto leve a moderado. No obstante, algunos individuos alcanzaron valores superiores a 90, lo que indica afectaciones graves.

Se observó una mayor prevalencia de edentulismo parcial, caries activas, dientes fracturados y acumulación de placa. Muchas de las prótesis se encontraron en mal estado, generando incomodidad y lesiones en tejidos blandos. Más del 50% de los adultos mayores evaluados presentaron limitaciones significativas en la alimentación, el descanso y las interacciones sociales.

Distribución del nivel de impacto
Tres pacientes no presentaron ningún tipo de impacto, lo que sugiere que sus condiciones bucales no interfieren de forma significativa en sus actividades cotidianas ni en su bienestar general. Seis personas fueron clasificadas con un impacto leve, lo que indica que, aunque existen molestias o dificultades, estas no representan una alteración considerable en su vida diaria. La mayoría de los participantes, un total de trece personas, mostraron un impacto moderado, lo cual refleja una afectación más constante y notoria en aspectos clave como la alimentación, la comunicación y el estado emocional. Asimismo, se identificó un caso con impacto alto, y tres personas reportaron un impacto muy alto. Estos últimos resultados evidencian una situación de mayor vulnerabilidad, en la cual los problemas de salud oral tienen un efecto significativo y limitante en la calidad de vida de los individuos.

Gráfica 1
Distribución del nivel de impacto bucal en la calidad de vida



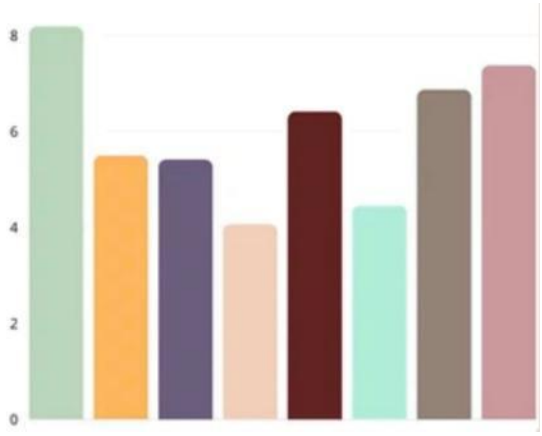
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del cuestionario OIDP.

Análisis: La mayoría de los adultos mayores evaluados presentó algún grado de afectación en su calidad de vida relacionada con la salud oral. De los 26 participantes, 16 (61.5%) mostraron impacto moderado, 8 (30.8%) impacto leve, 1 (3.8%) no presentó impacto y 1 (3.8%) registró impacto grave. Estos resultados indican que las condiciones bucales afectan actividades cotidianas como comer, hablar, sonreír y convivir. Aunque los casos graves fueron escasos, el predominio del impacto moderado sugiere la necesidad de fortalecer las acciones de prevención, atención odontológica y rehabilitación protésica en adultos mayores institucionalizados.

Gráfica 2

Impacto promedio de la salud bucal por actividad cotidiana evaluada mediante el OIDP**.**

ITEM	PROMEDIO
COMER Y DISFRUTAR LOS ALIMENTOS	8.19
HABLAR Y PRONUNCIAR CORRECTAMENTE	5.5
LIMPIARSE O LAVARSE LOS DIENTES	5.42
DORMIR O RELAJARSE	4.07
SONREÍR/ REÍRSE Y MOSTRARSE DIENTES SIN PENA	6.42
MANTENER ESTADO EMOCIONAL, SIN IRRITACIONES	4.46
HACER TODO EL TRABAJO O ROL SOCIAL EN UNA FORMA NORMAL	6.88
DISFRUTAR EL CONTACTO CON LA GENTE	7.38



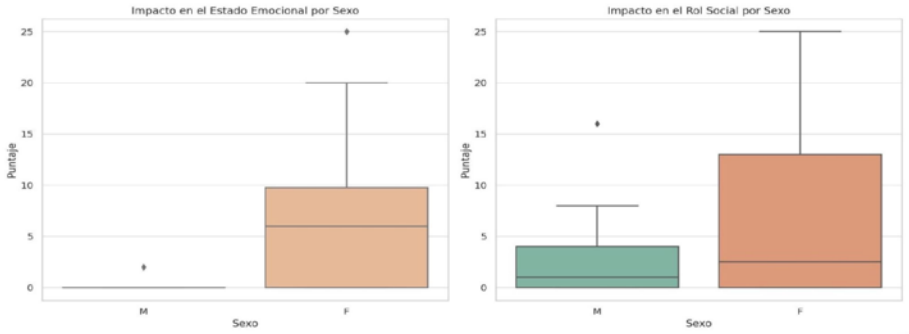
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del cuestionario OIDP.

Análisis: La actividad cotidiana con mayor impacto fue comer y disfrutar los alimentos, con un promedio de 8.19, lo que indica que la función masticatoria fue la dimensión más afectada en los adultos mayores evaluados. Este resultado puede relacionarse con la pérdida de órganos dentales, el uso limitado o inadecuado de prótesis dentales y otras condiciones bucales que dificultan la alimentación.

También se observó afectación en actividades de tipo social y emocional, como disfrutar el contacto con la gente con un promedio de 7.38, hacer el trabajo o rol social de forma normal con 6.88 y sonreír o mostrarse sin pena con 6.42. Estos hallazgos muestran que la salud bucal no solo influye en funciones físicas, sino también en la autoestima, la convivencia y la participación social.

Las actividades con menor promedio fueron dormir o relajarse con 4.07 y mantener el estado emocional sin irritaciones con 4.46. Aunque presentaron menor impacto en comparación con la alimentación y la convivencia social, reflejan que las condiciones bucodentales también pueden afectar el bienestar general de los adultos mayores.

GRÁFICA 2
Impacto en el estado emocional y rol social por sexo en adultos mayores evaluados mediante el OIDP.



Análisis: La comparación por sexo muestra que las mujeres presentaron mayor variabilidad y puntajes más altos en las dimensiones de estado emocional y rol social. En el estado emocional, los hombres concentraron sus puntajes en valores cercanos a cero, mientras que las mujeres mostraron una distribución más amplia, con algunos casos de mayor afectación. Esto sugiere que, en esta muestra, las mujeres pudieron percibir con mayor intensidad el impacto de su salud bucal en aspectos relacionados con el bienestar emocional.

En cuanto al rol social, se observó una tendencia similar. Las mujeres presentaron valores más dispersos y puntajes máximos más elevados que los hombres, lo que puede indicar una mayor repercusión de las condiciones bucales en la convivencia, la interacción social y la realización de actividades cotidianas. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse de manera descriptiva, debido al tamaño reducido de la muestra y a que no se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales para confirmar diferencias significativas entre sexos.

CONCLUSIONES

Este estudio nos permitió identificar los principales problemas de salud oral que se presentan en los adultos mayores y como es su impacto con sus actividades diarias, como la alimentación, el habla, la autoestima y las relaciones sociales. En la población de los pacientes de la tercera edad pertenecientes al asilo donde se realizó la investigación y según los datos obtenidos con el cálculo del OIDP nos muestra que la mayoría de la población que presentan ausencia de órganos dentales o de prótesis. La que se encuentra en el numero uno es el “poder comer y disfrutar sus alimentos” como la principal complicación que se le presenta, debido a esto su dieta no es la misma ya que la ausencia de órganos dentales les dificulta comer alimentos duros causando también una desnutrición, otro aspecto importante que tiene el segundo lugar es el “disfrutar el contacto con la gente” que interviene en la falta de comunicación y de autoestima. Tomando en cuenta la afectación de estas actividades sobre su calidad de vida nos da a entender la falta de conocimiento sobre su salud oral que presentan estos pacientes al igual que una falta de acceso a los servicios odontológicos fue la causa principal de estas ausencias resultando en dificultades para realizar sus actividades cotidianas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Urzúa A, Caqueo U. (2012)Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. Terapia Psicológica.
2. Petersen, P. E., & Yamamoto, T. (2005). Improving the oral health of older people: The approach of the WHO Global Oral Health Programme. Community Dentistry and Oral Epidemiology, 33(2), 81–92.
3. Llach, X. B., & Carné, X. (2025). La evaluación de la calidad de vida en el contexto del ensayo clínico. Medicina Clínica, 110(14), 550–556.

4. Petersen PE, Baehni PC. Periodontal health and global public health. Periodontol 2000. 2018;78(1):7-13.
5. Kassebaum NJ, Smith AG, Bernabé E, Fleming TD, Reynolds AE, Vos T. Global, Regional, and National Prevalence, Incidence, and Disability-Adjusted Life Years for Oral Conditions: A Systematic Analysis. J Dent Res. 2020;99(4):362-373.
6. Montes-Cruz C, Juárez-Cedillo T, Cárdenas-Bahena Á, Rabay-Gánem C, Heredia-Ponce E, García-Peña C, et al. Comportamiento del Geriatric/General Oral Health Assessment Index (GOHAI) y Oral Impacts on Daily Performances (OIDP) en una población de adultos mayores de la Ciudad de México. Rev Odont Mex. 2014;18(2):111-119.

USO DE TOPÓGRAFO CORNEAL PARA LA MEDICIÓN DEL RADIO DE CURVATURA Y ASFERICIDAD DE LA SUPERFICIE ANTERIOR DE LENTES DE CONTACTO RÍGIDOS

María Enriqueta Mondragón García [b], Omar García Liévanos [a,b], María Marcela Tapia Arandia [a,b], Selma Alin Somilleda Ventura [a,b], Daniela Monfil Alejo[c].

[a] Docente de Posgrado, Especialidad en Lentes de contacto CICS UST del IPN. [b] Docente de la Licenciatura en Optometría, academia de Metodológicas. [c] Estudiante de la Especialidad en lentes de contacto CICS UST del IPN. Instituto Politécnico Nacional.
mmondragonga@ipn.mx

RESUMEN

Diversos estudios han abordado la corrección de la aberración esférica ocular mediante lentes de contacto diseñados industrialmente con valores promedio derivados de estudios epidemiológicos. Este enfoque asume una distribución poblacional uniforme de la aberración esférica; sin embargo, la variabilidad interindividual del sistema óptico ocular conduce a resultados clínicos inconsistentes, con respuestas completas, parciales o nulas según el paciente. García-Liévanos desarrolló una metodología de diseño óptico que permite calcular la constante de conicidad de la superficie anterior de un lente de contacto con el objetivo de compensar de manera personalizada la aberración esférica ocular. Este procedimiento posibilita la fabricación de lentes individualizados; no obstante, su implementación clínica requiere un método confiable de verificación geométrica que permita confirmar que la constante de conicidad solicitada al laboratorio corresponde efectivamente a la superficie fabricada. El presente estudio midió el radio de curvatura (r) y la constante cónica (k) o excentricidad (e) de la superficie anterior de lentes de contacto rígidos permeables al gas, utilizando el topógrafo corneal portátil TOCO (Bleps Vision). (Lente C: r = 7.8 mm, e = 1.0; Lente D: r = 7.8 mm, e = 0.8). Cada lente fue medida cinco veces. Las coordenadas obtenidas mediante el software QUEMAP se exportaron y procesaron en Origin 2025 mediante un ajuste no lineal de superficie basado en la ecuación general de una superficie cónica. Para las lentes patrón de Thorlabs, los valores promedio obtenidos fueron: Lente A (r_1 = 10.3364 mm, k_1 = −0.0142) y Lente B (r_2 = 7.7008 mm, k_2 = −0.0108). Las diferencias respecto a los valores nominales del fabricante fueron inferiores a 0.001 mm en el radio de curvatura y menores a 0.015 en la constante cónica. En contraste, para las lentes del laboratorio mexicano se obtuvieron: Lente C (r = 7.9113 mm, k = −1.1503) y Lente D (r = 7.9363 mm, k = −0.8698), observándose discrepancias mayores en comparación con los parámetros declarados. Los resultados indican que el TOCO permite medir el radio de curvatura con una precisión inferior al 1% y la asfericidad con errores menores al 2% en lentes patrón certificados. Por lo tanto, el sistema constituye una herramienta metrológica viable para la verificación geométrica de lentes de contacto personalizados diseñados para compensar la aberración esférica ocular. Se recomienda que los laboratorios mexicanos de lentes de contacto implementen procedimientos independientes de control de calidad que garanticen la fidelidad de las especificaciones geométricas solicitadas en diseños personalizados.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso y adaptación de lentes de contacto rígidos provee diversas ventajas en su uso, entre ellas la corrección de errores refractivos, siendo también ideales para casos especiales en córneas irregulares como queratocono, graduaciones altas, trasplantes corneales entre otros [1]. Sin embargo, el tener una adaptación correcta no garantiza la calidad visual ya que interfieren factores fisiológicos y de manufactura, por lo que a través de pruebas geométricas se puede evaluar la calidad y precisión de superficies ópticas como espejos, lentes y en este caso lentes de contacto especialmente aquellas con formas asféricas o complejas. Una asfera es un dispositivo óptico cuya forma se desvía de una esfera. Es bien conocido el uso que han tenido las superficies esféricas en

óptica debido a su fácil manufactura y manejo, sin embargo, el uso de asferas puede reducir el número de elementos ópticos en un sistema, reduciendo así el tamaño y peso del mismo, así como reducir aberraciones propias de los elementos esféricos [2]. Debido a que las superficies asféricas son construidas por moldeo de inyección en masa con el objetivo de una fabricación más fácil no se obtiene una buena calidad óptica, ya que se asume que la mayoría de los sujetos tienen una cantidad igual de aberración, lo cual no es cierto [3] por lo que la creación de superficies asféricas que sean pulidas da una mejor imagen, en la actualidad se están mejorando las técnicas de dichas superficies. [4]. Se debe tener en cuenta que entre más compleja sea la superficie óptica, más complejo es el método para su manufactura y más compleja es la verificación de su calidad óptica, esto debido en parte a la gran variedad de superficies asféricas que pueden existir, desde las superficies de revolución hasta las formas libres, y en parte a una pronunciada curvatura en la misma superficie asférica [2].

TEORÍA

Los métodos más utilizados para determinar la forma de la superficie corneal están basados principalmente en el disco de Placido. Este disco es una placa con anillos concéntricos claros y oscuros; se forma una imagen virtual de estos anillos mediante el reflejo de la película lagrimal sobre la córnea. Los anillos están fijados a una superficie cóncava para reducir la curvatura de campo de la imagen, se captura la imagen con una cámara CCD localizada detrás del orificio central de la placa. La evaluación numérica de la imagen se realiza a lo largo de los meridianos. Tomando como centro de estos meridianos el centro del anillo más interno de la intersección del eje del instrumento con la córnea. Un algoritmo encuentra las intersecciones del anillo con el meridiano, y se puede calcular un radio de curvatura local utilizando las distancias de las intersecciones de anillos vecinos. De esta manera, se obtiene un número de radios tangenciales para cada meridiano. La curvatura está relacionada con la primera y la segunda deriva de la altura corneal. Finalmente, esta altura se puede calcular mediante una integración numérica a lo largo de los meridianos. Sin embargo, resultan inadecuados en términos de precisión y recientemente se han reconocido sus limitaciones [7].

Recientemente uno de los métodos más usados para la medición de las superficies corneales es la prueba de Hartmann utilizando la pantalla nula, los cuales son un referente para este trabajo.

Esta prueba se emplea para medir el frente de onda o la forma de una superficie óptica. Fue inventada por Hartmann para medir las aberraciones ópticas del espejo primario de un telescopio astronómico (Hartmann 1900; Hartmann, 1904) tiene su antecedente en la prueba de Tscherning para medir los defectos refractivos del ojo humano (Tschering, 1894).

La prueba de Hartmann usa una pantalla con perforaciones en forma de puntos que se proyecta a través de un dispositivo óptico sobre la superficie a probar, de manera que se anulen las franjas de interferencia cuando se obtiene el frente de onda deseado, el arreglo de agujeros puede ser cuadriculado, radial o helicoidal (Fig. 1) siendo el más usado el arreglo cuadriculado, ya que con este se puede muestrear de manera regular el frente de onda.

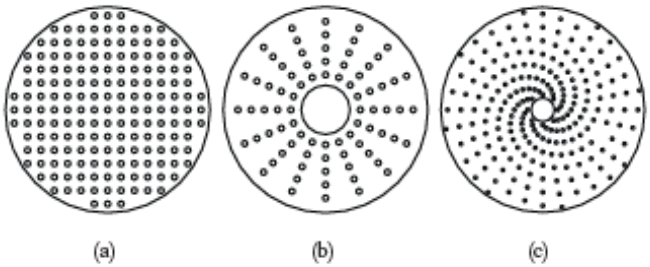


Figura 1. Pantallas para aplicación de la prueba de Hartmann: (a) arreglo rectangular, (b) arreglo radial, (c) arreglo helicoidal. [5]

De la fuente luminosa diverge un frente de onda esférico que se dirige hacia el espejo de prueba, pero antes de alcanzar el espejo se encuentra con la pantalla de Hartmann que deja pasar solo unos cuantos rayos de luz (tantos como agujeros tenga la pantalla). Los rayos que logran pasar son reflejados en el espejo nuevamente por los agujeros de la pantalla de Hartmann (Figura. 2). Estos llegan a la pantalla de observación que puede ser una pantalla opaca donde se registra el patrón de Hartmann, es decir un diagrama de puntos. Una vez obtenido el patrón de Hartmann, el siguiente paso es medir el frente de onda o aberración de frente de onda. Esto se hace midiendo las posiciones de los puntos del patrón de Hartmann generado por el espejo de prueba [5].

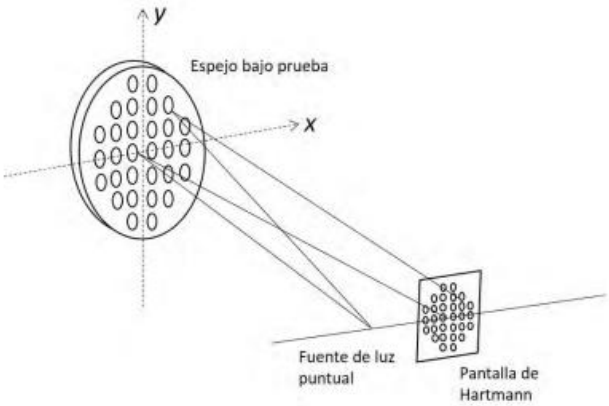
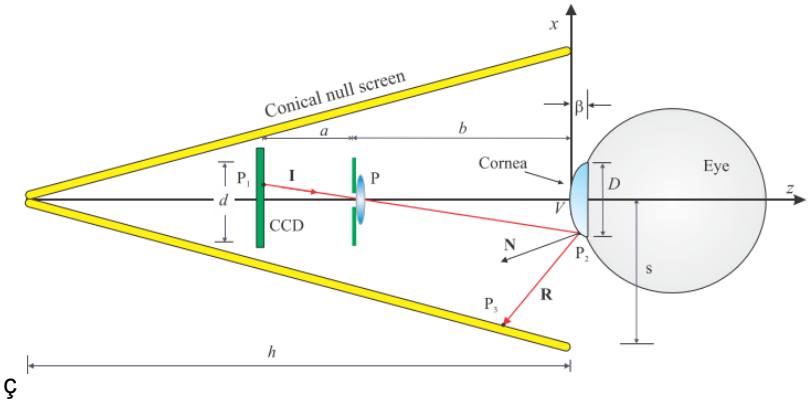


Figura 2. Configuración geométrica de la prueba de Hartmann. [5]

Se ha propuesto un topógrafo corneal utiliza un sistema de pantalla nula que evalúa superficies convexas asféricas, donde a diferencia del disco de Placido se evalúa toda la superficie a la vez. Este método consiste en dibujar un conjunto de líneas curvas sobre un cono [7] (Fig. 3) o un cilindro [8] de tal manera que, por reflexión sobre la superficie de prueba, la imagen resultante sea una cuadrícula perfecta. A través de cálculos paraxiales se demuestra que, para una superficie reflectante esférica convexa, el objeto real que tiene una imagen plana es una superficie elipsoidal altamente excéntrica. Sin embargo, la construcción de superficies elipsoidales es una tarea compleja. Por lo tanto, una buena aproximación es construir un cilindro, no obstante, se presentan limitaciones por el contorno del rostro, como lo es la nariz, cejas y parpados.

En topógrafo corneal portátil (TOCO) utiliza una pantalla nula situada sobre un cilindro, donde se evitan todas estas limitantes. [8] Para la determinación de los puntos de la pantalla nula cónica pertenecientes a la disposición radial, se realiza un cálculo exacto de trazado de rayos similar al desarrollado para los cálculos de las pantallas cilíndricas para probar superficies rápidas (cóncavas o convexas), las expresiones son muy similares; la única diferencia es en algunos signos. Para recolectar la luz reflejada de la superficie, en principio, se usa un orificio estenopeico para así obtener una imagen en el sensor CCD, como en una cámara oscura, luego, todos los cálculos se realizan con esta configuración.



Ç

Figura 3. Pantalla nula cónica. P_1 Es el punto donde un rayo que parte de P_3 en la nueva pantalla alcanza el plano de la imagen después de ser reflejado por el espejo en P_2.[7].

El diseño de una pantalla nula con un conjunto de puntos ubicados con precisión no es una tarea fácil ya que se deben transformar las coordenadas de los puntos de la pantalla nula a coordenadas cartesianas XY. En la figura 4, se muestra la pantalla nula radial impresa plana con 13 líneas de 16 puntos cada una. Se supone que el cono es circular recto, donde "recto" significa que el eje pasa por el centro de la base (definida adecuadamente) perpendicularmente a su plano, y "circular" significa que la base es un círculo. El perímetro de la base de un cono se denomina directriz y el vértice es una generatriz de la superficie lateral [7].

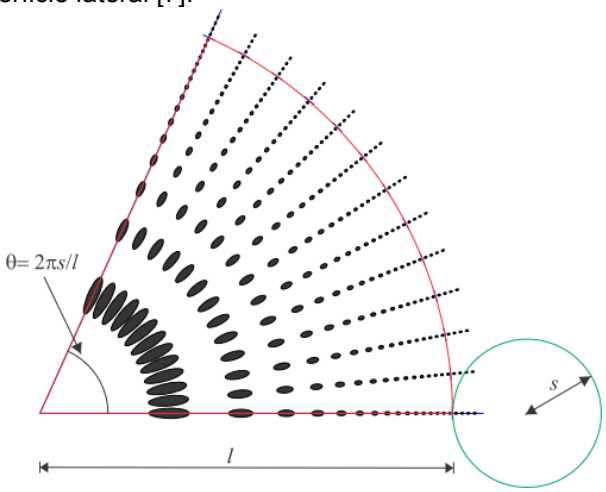


Figura 4. Patrón radial emitido por la pantalla nula cónica[7].

PARTE EXPERIMENTAL

El objetivo de este estudio es medir el radio de curvatura y la asfericidad de la cara anterior de los lentes de contacto rígidos utilizando el topógrafo corneal portátil TOCO. A lo largo de este trabajo se midieron cuatro lentes planoconvexas de contacto rígidos con un Topógrafo corneal portátil (TOCO) de la marca Blepsvision. Dos lentes; Lente A y B provenientes del laboratorio Thorlabs con los siguientes parámetros: *Lente A* r_1 = 10.336 mm, k_1= 0; *Lente B* r_2 = 7.7003 mm, k_2 = 0. Dos lentes fabricados por un laboratorio mexicano Lente C: r = 7.8 mm, k = 1.0; Lente D: r = 7.8 mm, k = 0.8. Dichas lentes se midieron cinco veces cada una, figura 5, a través del software QUEMAP, una vez obtenidos los resultados éstos fueron procesados a través del software Origin pro-2025, utilizando el ajuste de superficie no lineal, que ajustó los puntos a la ecuación de una superficie cónica mediante el algoritmo iterativo de mínimos cuadrados ponderados. Se procedió al promedio y análisis de comparación de resultados, figura 6.

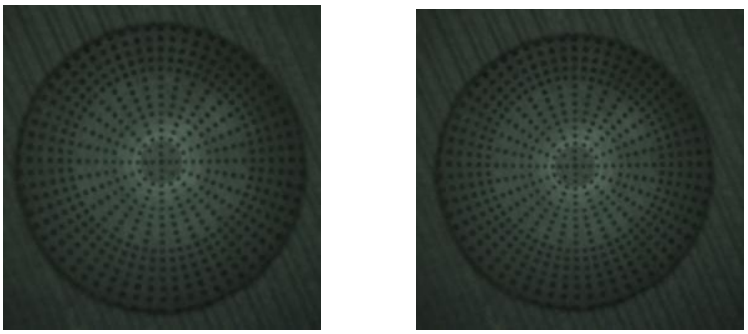


Figura 5. Medición de lente C y D con el t**o**pógrafo corneal (TOCO).

Parameters

		Value	Standard Error	t-Value	Prob>|t|	Dependency
C	c	0.12731	8.18302E-5	1555.83801	0	0.9226
	k	-1.02774	0.0096	-107.01531	0	0.9226

Figura 6. Parámetros de la lente C, obtenidos a través del software Origin pro-2025.

RESULTADOS

El promedio de las mediciones para las lentes de Thorlabs fue Lente A: r1= 10.3364 mm, k1= -0.0142 Lente B: r2= 7.7003 mm, y k2 = -0. 0108.Las diferencias para el radio de curvatura y la constante de conicidad entre la medición y los parámetros del fabricante de la primera lente fueron de 0.0004 y 0.0142 y para la segunda lente fue 0.0005 y 0.0108 respectivamente, tabla 1. Mientras que para el lente C: r1= 7.8 mm, k1= -1.1503 y para el lente D: r2= 7.8 mm, k2= -0.8698, tabla 2.

THORLABS	R	K
LENTE A	10.336 mm	0
LENTE B	7.7003 mm	0
LENTE A [1]	10.3364 mm	-0.0142
LENTE B[1]	7.7008 mm	-0.0108

Tabla 1. Tabla comparativa de promedio de mediciones del radio de curvatura y excentricidad del lente A y B del laboratorio Thorlabs.

LABORATORIO MEXICANO	R	K
LENTE C	7.8 mm	1.0
LENTE D	7.8 mm	0.8
LENTE C [1]	7.9113 mm	-1.1503
LENTE D[1]	7.9363 mm	-0.8698

Tabla 2. Tabla comparativa de promedio de mediciones del radio de curvatura y excentricidad del lente C y D del laboratorio mexicano.

CONCLUSIONES

La prueba de Hartmann en conjunto con el uso de pantallas nulas en ciencias de la visión tiene diversas aplicaciones, entre las que se destacan la lensometría, la aberrometría y la topografía. El topógrafo corneal (TOCO) puede ser utilizado para medir el radio de curvatura corneal y la asfericidad de la cara anterior de las lentes de contacto con una precisión menor al 1% al radio de curvatura y la asfericidad con errores menores al 2% en lentes patrón certificados. Este sistema constituye una herramienta metrológica viable para la verificación geométrica de lentes de contacto personalizados diseñados para compensar la aberración esférica ocular. Se recomienda que los laboratorios mexicanos de lentes de contacto implementen procedimientos independientes de control de calidad que garanticen la fidelidad de las especificaciones geométricas solicitadas en diseños personalizados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bautista J.L. “Efecto del diseño del lente de contacto corneal en el lente lagrimal”, Universidad Autonoma de Aguascalientes, 20211 p. 8.
2. Mancilla B. “Análisis e interpretación de datos en metrología de superficies asféricas”, Guanajuato, México, 2020.
3. Suliman A. “A review of higher order aberrations of the human eye” African vision and eye healt. Vol. 78, No. 1 2019
4. Mouroulis P. “Geometrical optics and optical design” Oxford University Press, Inc. New York, N.Y. 1997 pp. 288-289.
5. Mejía Y., “La prueba de Hartmann en ciencias de la visión”, cien. tecnol. salud. vis. ocul.Vol. 10, no. 1, 2012, pp. 149-165.
6. García O, et al. “Adaptación básica de lentes de contacto”, Barker Publishing LLC, México, 2024.
7. Campos M., et al. “New null screen design for corneal topography” 22nd Congress of the International Comission for Optics: Light for the Development of the World Proc Of SPIE,Vol. 8011.
8. Rufino Díaz-Uribe and Manuel Campos-García, "Null-screen testing of fast convex aspheric surfaces," Appl. Opt. 39, 2670-2677 (2000)

EXPERIENCIA DE CARIES EN DENTICIÓN TEMPORAL EN DOS PREESCOLARES DE TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO, MÉXICO EN 2025 (ESTUDIO COMPARATIVO)

Elida Barba Gonzalez, María Fernanda Yáñez Acosta, Katia Alcalá Barbosa, Juan Carlos Rolón Diaz, Gabriela Valle, Mónica Gabriela Romo Rodríguez

Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara.
elida.barba@academicos.udg.mx

RESUMEN

La caries dental en la primera infancia continúa siendo una de las enfermedades crónicas más prevalentes a nivel mundial y constituye un problema prioritario de salud pública por su impacto funcional, nutricional y social en etapas tempranas del desarrollo[1]. La Organización Mundial de la Salud ha reiterado la necesidad de fortalecer la vigilancia epidemiológica mediante indicadores estandarizados, entre ellos el índice ceod para dentición temporal, como herramienta fundamental para orientar políticas preventivas[2]. El objetivo del presente trabajo fue comparar el índice ceod en escolares de dos preescolares de la ciudad de Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Los sujetos estudiados fueron escolares de 3 a 5 años de edad, pertenecientes a dos instituciones educativas con una población de n = 133. Se realizó un estudio comparativo, observacional, descriptivo y de corte transversal. Se solicitó autorización a las autoridades correspondientes y el consentimiento informado de padres y/o tutores. Posteriormente se realizó el examen clínico intraoral y el registro de los datos en un formato elaborado exprofeso para captar los componentes cariados, extraídos indicados y obturados, conforme a los lineamientos establecidos por la OMS. La información fue capturada en una base de datos estructurada y el análisis estadístico se efectuó mediante el programa Epi Info™ versión 7.2, utilizando estadística descriptiva para el cálculo de frecuencias, proporciones y promedio de edad, así como prueba de chi-cuadrada (χ^2) para evaluar la asociación entre presencia de caries y las variables escuela y sexo, considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$. La población presentó un rango de edad de 3 a 5 años, con un promedio de 4.35 años. El análisis descriptivo evidenció experiencia de caries en ambas instituciones. Al comparar la presencia de caries entre escuelas no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($\chi^2 = 0.718$; gl = 1; $p = 0.397$). De igual forma, al analizar por sexo tampoco se observaron diferencias significativas ($\chi^2 = 0.997$; gl = 1; $p = 0.318$). Los valores del índice ceod mostraron un comportamiento semejante en los grupos estudiados. Aunque no se identificaron diferencias estadísticas entre escuelas ni por sexo, la presencia de caries en población preescolar continúa siendo relevante, lo que refuerza la necesidad de fortalecer estrategias de promoción y prevención de la salud bucal en edades tempranas.

INTRODUCCIÓN

La salud bucal en la infancia representa un componente importante del bienestar general, ya que durante los primeros años de vida se desarrollan hábitos relacionados con la alimentación, la higiene y el cuidado de la salud que pueden influir en etapas posteriores. Entre las enfermedades bucales más frecuentes en la niñez se encuentra la caries dental, considerada un problema de salud pública por su elevada prevalencia y por las repercusiones que puede generar en la calidad de vida de niñas y niños[1]. Aunque es una enfermedad prevenible, sigue afectando a millones de personas en el mundo y continúa presentándose desde edades tempranas, incluso antes del ingreso a la educación primaria[2].

La caries en dentición temporal, conocida también como caries en la primera infancia, es un proceso multifactorial relacionado con la interacción de microorganismos, dieta rica en azúcares fermentables, susceptibilidad del huésped y deficiencias en las prácticas de higiene oral[3]. Cuando no se detecta y atiende oportunamente puede provocar dolor, infecciones, dificultad para alimentarse, alteraciones del sueño, ausentismo escolar y limitaciones en el desarrollo social y

emocional del menor. Además, una dentición temporal afectada puede representar un factor de riesgo para la salud oral futura, ya que incrementa la probabilidad de presentar lesiones cariosas en la dentición permanente[2,4].

Diversas organizaciones internacionales han señalado que la prevención de la caries infantil requiere un enfoque integral que involucre a las familias, instituciones educativas y servicios de salud[1,2]. En este contexto, la vigilancia epidemiológica se convierte en una herramienta útil para conocer el comportamiento de la enfermedad y orientar acciones preventivas adaptadas a las necesidades de cada comunidad. La evaluación de indicadores epidemiológicos permite estimar la magnitud del problema, identificar grupos vulnerables y fortalecer programas de promoción de la salud bucal desde edades tempranas[3].

Uno de los indicadores más empleados para valorar la experiencia de caries en dentición temporal es el índice ceod, el cual cuantifica dientes cariados, extraídos indicados y obturados. Este índice ha sido ampliamente utilizado debido a su utilidad para comparar poblaciones, establecer tendencias y apoyar la toma de decisiones en salud pública[1,5]. La información derivada de este indicador permite reconocer el nivel de afectación de una población infantil y establecer estrategias enfocadas en prevención, educación y atención temprana.

En México, la experiencia de caries en población infantil continúa siendo un reto importante, especialmente en sectores donde existen desigualdades sociales, económicas o limitaciones en el acceso a servicios odontológicos. En algunos contextos, el inicio tardío de hábitos de higiene oral, el consumo frecuente de alimentos azucarados y la escasa supervisión de los cuidadores favorecen la aparición temprana de lesiones cariosas[2,6]. Aunque se han implementado campañas preventivas, persiste la necesidad de fortalecer acciones específicas orientadas a población preescolar.

El entorno escolar adquiere especial relevancia durante la edad preescolar debido a que constituye un espacio donde pueden desarrollarse actividades de promoción de la salud y educación preventiva. Los centros educativos representan un escenario adecuado para reforzar hábitos de higiene oral, fomentar estilos de vida saludables y facilitar estrategias de detección temprana. Asimismo, los estudios comparativos entre instituciones educativas permiten reconocer posibles diferencias asociadas a factores sociodemográficos, estilos de vida y contextos familiares.

El presente trabajo surge de la necesidad de conocer el comportamiento de la experiencia de caries en preescolares de Tepatitlán de Morelos, Jalisco, mediante la comparación del índice ceod en dos instituciones educativas. La generación de evidencia local permite comprender con mayor precisión las condiciones de salud oral en la población infantil y puede contribuir a la implementación de acciones preventivas dirigidas a niñas y niños en etapas tempranas del desarrollo.

TEORÍA

La caries dental es reconocida como una enfermedad crónica, multifactorial y dinámica que afecta tejidos duros del diente[3]. Su desarrollo implica procesos de desmineralización y remineralización condicionados por factores biológicos, ambientales y conductuales. Cuando predominan condiciones favorables para la actividad bacteriana y existe exposición frecuente a carbohidratos fermentables, se incrementa el riesgo de aparición de lesiones cariosas[4].

Durante la etapa preescolar, la dentición temporal cumple funciones relevantes relacionadas con la masticación, el lenguaje, la estética y el mantenimiento del espacio para la erupción de los dientes permanentes[5]. La pérdida prematura o afectación severa de estas piezas puede generar alteraciones funcionales y problemas de desarrollo maxilofacial. Por ello, la atención odontológica preventiva en edades tempranas representa una prioridad dentro de los programas de salud pública[2].

La teoría ecológica de la caries propone que la enfermedad surge como resultado de desequilibrios en el ecosistema oral. Factores como el pH, la composición de la microbiota, la higiene oral, la disponibilidad de fluoruro y los hábitos dietéticos influyen directamente sobre el desarrollo de lesiones[3,4]. En este sentido, el consumo frecuente de bebidas azucaradas, alimentos

ultraprocesados y hábitos alimentarios inadecuados son elementos asociados con mayor riesgo de caries en población infantil.

La higiene oral supervisada es un componente clave en la prevención. Se recomienda que madres, padres o cuidadores participen activamente en el cepillado dental durante los primeros años de vida, utilizando dentífricos fluorados en cantidades adecuadas según la edad[2]. La educación temprana respecto al cuidado de la boca tiene un efecto positivo en la construcción de hábitos duraderos y en la disminución de factores de riesgo asociados a enfermedades bucales[1].

Desde el punto de vista epidemiológico, el índice ceod constituye uno de los instrumentos más utilizados para evaluar la experiencia de caries en dentición temporal[1,5]. Este índice permite registrar el número de dientes afectados por caries, extraídos por indicación de tratamiento y obturados, generando un valor cuantificable que facilita la comparación entre grupos y poblaciones. La Organización Mundial de la Salud ha recomendado su utilización dentro de estrategias de vigilancia epidemiológica debido a su sencillez, utilidad y reproducibilidad.

La aplicación de indicadores epidemiológicos en estudios escolares favorece la obtención de información objetiva para orientar programas de salud pública. La identificación de niveles de experiencia de caries posibilita el diseño de campañas preventivas basadas en evidencia y la focalización de recursos hacia poblaciones con mayor necesidad. En el ámbito escolar, estos estudios también permiten valorar el impacto de programas de educación bucal y acciones preventivas implementadas por instituciones de salud o educativas.

La promoción de la salud oral en preescolares requiere un enfoque multidisciplinario. La participación de odontólogos, docentes, madres, padres y responsables institucionales resulta fundamental para reforzar hábitos saludables. Estrategias como cepillado supervisado, educación alimentaria, aplicación tópica de fluoruro, visitas odontológicas periódicas y talleres educativos pueden contribuir a reducir la presencia de caries en edades tempranas.

En contextos comunitarios, el análisis comparativo entre instituciones educativas ayuda a reconocer patrones de comportamiento de la enfermedad y a identificar posibles diferencias vinculadas con determinantes sociales de la salud. Aunque algunos estudios muestran comportamientos semejantes entre escuelas, la persistencia de experiencia de caries refleja la necesidad de mantener esfuerzos preventivos constantes y fortalecer acciones dirigidas a la población infantil.

Desde una perspectiva preventiva, el diagnóstico temprano y la vigilancia epidemiológica representan herramientas relevantes para disminuir el impacto de la caries dental. Conocer la situación específica de una población permite planificar intervenciones oportunas, fortalecer políticas públicas y promover mejores condiciones de salud oral desde los primeros años de vida. En consecuencia, investigaciones enfocadas en población preescolar aportan información valiosa para comprender el panorama epidemiológico local y sustentar decisiones orientadas a la prevención y promoción de la salud bucal.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, comparativo y de corte transversal en escolares de dos instituciones de educación preescolar ubicadas en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México, durante el año 2025. La población de estudio estuvo conformada por 133 escolares de 3 a 5 años de edad, pertenecientes al Colegio Niños Héroes y al Kínder Rafael Ramírez.

Previa autorización de las autoridades correspondientes y consentimiento informado de los padres o tutores, se llevó a cabo la revisión clínica intraoral de los escolares. La evaluación se centró en la identificación de experiencia de caries en dentición temporal mediante el índice ceod, integrado por los componentes: dientes temporales cariados, dientes extraídos o indicados para extracción por caries, y dientes obturados. Los datos obtenidos durante la exploración fueron registrados en un formato elaborado ex profeso, diseñado para captar de manera ordenada las variables de escuela, sexo, edad y componentes del índice ceod.

Posteriormente, la información fue capturada en una base de datos estructurada para su revisión, depuración y análisis. El índice ceod individual se obtuvo mediante la suma de los dientes cariados, extraídos indicados y obturados de cada escolar. Para el análisis por grupo, se calcularon frecuencias, porcentajes y promedios, con el propósito de describir la distribución de la experiencia de caries en la población evaluada.

El análisis estadístico se realizó mediante Epi Info™ versión 7.2. Se empleó estadística descriptiva para caracterizar la población por edad, sexo y escuela, así como para describir el comportamiento del índice ceod y sus componentes. La presencia de experiencia de caries se clasificó de forma operativa como ceod = 0 para escolares sin experiencia de caries y ceod > 0 para escolares con experiencia de caries. Para evaluar la asociación entre la presencia de caries y las variables escuela y sexo, se utilizó la prueba de chi-cuadrada de Pearson, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

Con el objetivo de determinar si existía asociación entre la presencia de caries y las variables escuela y sexo, se aplicó la prueba de chi-cuadrada de Pearson. Además, para comparar los valores del índice ceod entre los grupos de edad (3, 4 y 5 años), se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que se trató de tres grupos independientes. En todos los análisis se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

RESULTADOS

La población de estudio estuvo conformada por 133 escolares de 3 a 5 años de edad, pertenecientes a dos instituciones de educación preescolar de Tepatitlán de Morelos, Jalisco. La edad promedio fue de 4.35 años. En relación con el sexo, 64 participantes fueron niños, lo que representó el 48.1% de la población, y 69 fueron niñas, equivalentes al 51.9%. Por institución educativa, se incluyeron 72 escolares del Colegio Niños Héroes y 61 del Kínder Rafael Ramírez, lo que permitió realizar una comparación descriptiva entre ambos grupos.

El análisis del índice ceod permitió identificar la experiencia de caries en dentición temporal a partir de sus componentes: dientes cariados, extraídos indicados y obturados. El ceod promedio global fue de 2.33 dientes afectados por escolar, valor que se interpreta como una experiencia de caries baja de acuerdo con el puntaje promedio del índice. Sin embargo, este resultado debe analizarse en conjunto con la proporción de escolares afectados, ya que el promedio general puede ocultar diferencias individuales en la carga de enfermedad.

TABLA 1

COMPONENTES DEL ÍNDICE ceod POR ESCUELA E INTERPRETACIÓN

Escuela	No. escolares	% escolares	Cariados No.	Cariados %	Extraídos indicados No.	Extraídos indicados %	Obturados No.	Obturados %	Total de dientes afectados	Índice ceod promedio	Interpretación del índice ceod
Colegio Niños Héroes	72	54.1%	142	90.4%	5	3.2%	10	6.4%	157	2.18	BAJO
Kínder Rafael Ramírez	61	45.9%	104	68.0%	8	5.2%	41	26.8%	153	2.51	BAJO
TOTAL	**133**	**100.0%**	**246**	**79.4%**	**13**	**4.2%**	**51**	**16.5%**	**310**	**2.33**	**BAJO**

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del índice ceod, 2025

Análisis: La tabla resume la experiencia de caries en dentición temporal por preescolar. El índice ceod corresponde al total de dientes cariados, extraídos indicados y obturados dividido entre el número de escolares de cada institución. Al comparar el índice ceod por escuela, el Colegio Niños Héroes presentó un promedio de 2.18, mientras que el Kínder Rafael Ramírez registró un promedio de 2.51. Ambos valores se ubicaron en la categoría de experiencia de caries baja. Aunque el promedio fue ligeramente mayor en el Kínder Rafael Ramírez, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre escuelas ($p > 0.05$).

Respecto a los componentes del índice ceod, se identificaron 310 dientes temporales afectados en la población total. El componente con mayor frecuencia fue el de dientes cariados, con 246 registros, seguido de los dientes obturados con 51 y de los dientes extraídos o indicados para extracción por caries con 13. Este comportamiento muestra que la mayor parte de la experiencia de caries correspondió a lesiones activas o no tratadas, lo que representa un dato relevante para orientar acciones preventivas y de atención temprana.

TABLA 2

PRESENCIA DE EXPERIENCIA DE CARIES POR ESCUELA

Categoría	ceod = 0 No.	ceod = 0 %	ceod > 0 No.	ceod > 0 %	Total No.	Total %
Colegio Niños Héroes	21	29.2%	51	70.8%	72	100.0%
Kínder Rafael Ramírez	22	36.1%	39	63.9%	61	100.0%
TOTAL	**43**	**32.3%**	**90**	**67.7%**	**133**	**100.0%**

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del índice ceod, 2025

Análisis: Al clasificar a los escolares según la presencia o ausencia de experiencia de caries, se observó que 90 participantes presentaron ceod mayor a cero, lo que correspondió al 67.7% de la población evaluada. En contraste, 43 escolares tuvieron ceod igual a cero, equivalentes al 32.3%. Estos resultados indican que aproximadamente dos de cada tres escolares presentaron experiencia de caries en dentición temporal.

Por escuela, el Colegio Niños Héroes presentó 51 escolares con experiencia de caries, equivalente al 70.8%, mientras que el Kínder Rafael Ramírez registró 39 escolares con ceod mayor a cero, correspondiente al 63.9%. No se encontró asociación significativa entre la presencia de caries y la escuela evaluada ($\chi^2 = 0.718$; gl = 1; $p = 0.397$).

TABLA 3

ÍNDICE ceod Y COMPONENTES POR SEXO

Categoría	No. de escolares	% escolares	Cariados No.	Cariados %	Extraídos/ indicados No.	Extraídos / indicados %	Obturados No.	Obturados %	Total dientes afectados	Índice ceod	Interpretación
Niños	64	48.1%	109	44.3%	6	46.2%	23	45.1%	138	2.16	Bajo
Niñas	69	51.9%	137	55.7%	7	53.8%	28	54.9%	172	2.49	Bajo
TOTAL	**133**	**100.0%**	**246**	**100.0%**	**13**	**100.0%**	**51**	**100.0%**	**310**	**2.33**	**Bajo**

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del índice ceod, 2025

Análisis: En el análisis por sexo, los niños registraron 64 escolares, con 109 dientes cariados, 6 extraídos o indicados para extracción, 23 obturados y un total de 138 dientes afectados, lo que corresponde a un índice ceod de 2.16, interpretado como experiencia de caries baja. En las niñas se registraron 69 escolares, con 137 dientes cariados, 7 extraídos o indicados, 28 obturados y 172 dientes afectados, con un índice ceod de 2.49, también ubicado en la categoría baja. Aunque las niñas presentaron un promedio ligeramente mayor, ambos grupos se mantuvieron en el mismo nivel de interpretación. En conjunto, el componente más frecuente fue el de dientes cariados, lo que indica que la mayor parte de la experiencia de caries correspondió a lesiones activas o no tratadas, por lo que se refuerza la necesidad de acciones preventivas y atención oportuna en ambos sexos. No se encontraron diferencias significativas en el índice ceod entre niños y niñas ($p > 0.05$). Asimismo, la presencia de caries no mostró asociación significativa con el sexo ($\chi^2 = 0.997$; gl = 1; $p = 0.318$).

TABLA 4

ÍNDICE ceod Y COMPONENTES POR EDAD											
Categoría	No. de escolares	% escolares	Cariados No.	Cariados %	Extraídos /indicados No.	Extraídos/indicados %	Obturados No.	Obturados %	Total dientes afectados	Índice ceod	Interpretación
3	16	12.0%	32	13.0%	1	7.7%	3	5.9%	36	2.25	Bajo
4	55	41.4%	75	30.5%	5	38.5%	4	7.8%	84	1.53	Bajo
5	62	46.6%	139	56.5%	7	53.8%	44	86.3%	190	3.06	Moderado
TOTAL	**133**	**100.0%**	**246**	**100.0%**	**13**	**100.0%**	**51**	**100.0%**	**310**	**2.33**	**Bajo**

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del índice ceod, 2025

Análisis: El análisis por edad mostró variaciones descriptivas en el índice ceod. Los escolares de 3 años presentaron un ceod promedio de 2.25, interpretado como bajo; los de 4 años registraron un promedio de 1.53, también dentro de la categoría baja; mientras que los escolares de 5 años presentaron el promedio más alto, con 3.06, valor que se interpreta como experiencia de caries moderada. Este comportamiento sugiere una mayor acumulación de experiencia de caries en el grupo de mayor edad.

Con el propósito de determinar si las diferencias observadas entre grupos de edad eran estadísticamente significativas, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron diferencias significativas en los valores del índice ceod según la edad de los escolares ($p < 0.05$), indicando que la experiencia de caries aumenta conforme incrementa la edad. Este hallazgo coincide con la tendencia observada en los promedios y sugiere una acumulación progresiva de la enfermedad en la dentición temporal.

TABLA 5

SEVERIDAD DEL ÍNDICE ceod por PUNTAJE GENERAL				
Nivel de severidad	Puntaje ceod	No. de	%	Interpretación
Sin experiencia	0	43	32.3%	No se registraron dientes cariados,
Baja	1 a 2	45	33.8%	Experiencia de caries limitada a pocos
Moderada	3 a 5	28	21.1%	Mayor acumulación de dientes
Alta	≥ 6	17	12.8%	Mayor carga individual de enfermedad;
TOTAL		**133**	**100.0%**	

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del índice ceod, 2025

Análisis Finalmente, al clasificar el ceod individual por nivel de severidad, se identificaron escolares sin experiencia de caries, así como participantes con experiencia baja, moderada y alta. Esta distribución permite observar que, aunque el promedio global del índice se ubicó en categoría baja, existe un grupo de escolares con mayor afectación individual. Por ello, la interpretación del ceod no debe limitarse al promedio general, sino considerar también la distribución de los puntajes individuales y la proporción de escolares con experiencia de caries.

En conjunto, los resultados muestran que la experiencia de caries en dentición temporal estuvo presente en ambas instituciones evaluadas. No se encontraron diferencias significativas según la escuela o el sexo de los participantes; sin embargo, sí se observaron diferencias significativas de acuerdo con la edad, evidenciando una mayor experiencia de caries en los escolares de mayor edad. Asimismo, la elevada proporción de escolares con ceod mayor a cero y el predominio del componente cariado evidencian la necesidad de fortalecer acciones de promoción, prevención y atención oportuna de la salud bucal en población preescolar.

CONCLUSIONES

La experiencia de caries en dentición temporal estuvo presente en los escolares de ambas instituciones evaluadas. Aunque el índice ceod promedio global se ubicó en una categoría baja, la cantidad de niños que presentaron al menos una lesión de caries y la existencia de casos con afectación moderada y alta muestran que esta enfermedad continúa siendo un problema importante de salud bucal en la etapa preescolar.

Estos hallazgos son similares a los reportados por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Federación Dental Internacional (FDI), que señalan que la caries dental sigue siendo una de las enfermedades más frecuentes en la infancia. A pesar de los avances en prevención, muchos niños continúan presentando lesiones activas, especialmente cuando existen dificultades para acceder a servicios odontológicos o cuando las medidas preventivas no se aplican de manera constante.

En este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las escuelas evaluadas ni entre niños y niñas. Esto indica que la experiencia de caries fue semejante en ambos grupos y sugiere que otros factores, como los hábitos de higiene bucal, la alimentación, el uso de flúor y las condiciones familiares y sociales, podrían influir en mayor medida en el desarrollo de la enfermedad.

En general, aunque el promedio del índice ceod fue bajo, la presencia de escolares con experiencia de caries y el predominio del componente cariado evidencian la necesidad de reforzar las acciones de promoción y prevención en salud bucal. Resulta fundamental fomentar hábitos adecuados desde edades tempranas, involucrar activamente a padres y cuidadores, promover controles odontológicos periódicos y garantizar una atención oportuna que contribuya a mejorar la salud bucal y la calidad de vida de los niños.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022.
2. World Health Organization. WHO guideline on the prevention of early childhood caries. Geneva: WHO; 2023.
3. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. Dental Caries: The Disease and its Clinical Management. 3rd ed. Oxford: Wiley Blackwell; 2015.
4. Harris R, Nicoll AD, Adair PM, Pine CM. Risk factors for dental caries in young children: a systematic review.
5. Secretaría de Salud. *Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de las Patologías Bucales*. México: Secretaría de Salud; 2024.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN UN ESTABLECIMIENTO DE COMIDA RÁPIDA EN ZACATECAS

Luis Angel Rosales Ramírez.[1], Ruben Octavio Méndez Marquez[2], Rosalinda Gutiérrez Hernández.[3]

[1,2] Unidad Académica de Ciencias Químicas, Programa Académico de Químico Farmacéutico Biólogo. [3] Programa Académico de Nutrición, Unidad Académica de Enfermería Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus UAZ S. XXI,
38193123@uaz.edu.mx

RESUMEN

La inocuidad alimentaria representa un aspecto fundamental en los establecimientos de comida rápida debido al riesgo de contaminación microbiológica asociado a la manipulación y preparación de alimentos listo para su consumo. Factores operativos como la capacitación del personal y los periodos de alta demanda pueden influir en las prácticas higiénico-sanitarias durante la preparación de alimentos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad microbiológica de alimentos preparados en un establecimiento de comida rápida ubicado en Zacatecas, México, mediante la determinación de microorganismos indicadores y el análisis de prácticas higiénico-sanitarias relacionadas con la inocuidad alimentaria. Las muestras fueron recolectadas bajo condiciones asépticas y analizadas mediante métodos microbiológicos convencionales conforme a la normatividad mexicana vigente. La determinación de bacterias mesófilas aerobias se realizó mediante el método de cuenta en placa establecido en la NOM-092-SSA1-1994, mientras que la determinación de coliformes totales y fecales se efectuó conforme a las NOM.113-SSA1-1994 y NOM-112-SSA1-1994, respectivamente los resultados obtenidos mostraron recuentos de bacterias mesófilas de 5.6×10^2 UFC/g, valores de coliformes totales inferiores a 1.0×10^1 UFC/g y ausencia de coliformes fecales en las muestras analizadas. Estos hallazgos indican una baja carga microbiana y evidencia condiciones higiénico-sanitarias adecuadas durante la preparación y manipulación de los alimentos. Asimismo, los resultados se encontraron dentro de los límites microbiológicos establecidos en la normatividad sanitaria mexicana aplicable a alimentos preparados, lo que sugiere un adecuado control sanitario en el establecimiento evaluado. Se concluir que la evaluación microbiológica constituye una herramienta útil para la verificación sanitaria y el monitoreo de inocuidad alimentaria en establecimientos de comida rápida, contribuyendo a la prevención de riesgos microbiológicos y a la protección de la salud del consumidor.

INTRODUCCIÓN

La inocuidad alimentaria constituye uno de los principales componentes para la protección de la salud publica en establecimientos dedicados a la preparación y comercialización de alimentos listos para consumo. En los establecimientos de comida rápida, la elevada demanda de producción y la manipulación constante de alimentos pueden favorecer condiciones que incrementan el riesgo de contaminación microbiológica si no se mantienen adecuadas practicas higiénico-sanitarias durante los procesos de preparación, almacenamiento y servicio de los alimentos.

La contaminación microbiológica en alimentos preparados representa un problema relevante debido a la posible presencia de microorganismos asociados a deficiencias en higiene, manipulación inadecuada, contaminación cruzada o fallas en los procedimientos sanitarios. La presencia de microorganismos indicadores en alimentos listos para consumo puede representar un riesgo potencial para la salud del consumidor y afectar la calidad sanitaria de los productos alimenticios.

1.1 Factores operativos asociados al riesgo microbiológico

Entre los principales factores que pueden influir en la inocuidad alimentaria se encuentran la capacitación del personal, el cumplimiento de protocolos de limpiezas y desinfección, el control de temperaturas y la supervisión operativa durante la preparación de alimentos. Asimismo, los periodos

de alta demanda u horas rush representan un desafío importante en establecimientos de comida rápida, debido a que la presión por mantener tiempos de servicio puede favorecer descuidos en las prácticas higiénico-sanitarias.

La experiencia del personal encargado de la preparación de alimentos también constituye un factor importante para la prevención de riesgos microbiológicos, ya que una manipulación inadecuada puede favorecer la contaminación de los alimentos durante etapas del proceso de preparación y servicio.

Además, factores como la rotación de personal, la carga de trabajo y los horarios de operación pueden influir en el mantenimiento adecuados de las condiciones sanitarias.

1.2 Contaminación cruzada y manipulación de alimentos

La contaminación cruzada representa uno de los principales riesgos microbiológicos durante la preparación de alimentos en establecimientos de comida rápida. Este tipo de contaminación puede ocurrir cuando microorganismos presentes en superficies, utensilios, equipos, materias primas o manipuladores son transferidos hacia alimentos listos para consumo durante las diferentes etapas de preparación y servicio.

La manipulación inadecuada de alimentos, el uso incorrecto de utensilios y la falta de separación entre productos crudos y preparados pueden favorecer la transferencia de microorganismos y comprometer la inocuidad alimentaria. Asimismo, deficiencias en los procedimientos de limpieza y desinfección pueden incrementar el riesgo de contaminación microbiológica dentro de las áreas de preparación.

El control de temperaturas durante el almacenamiento y preparación de alimentos también representa un factor importante para la prevención del crecimiento microbiológico. La conservación inadecuada de materias primas o alimentos preparados puede favorecer la proliferación de microorganismos indicadores y afectar la calidad sanitaria de los productos alimenticios.

En establecimientos de comida rápida, los periodos de alta demanda pueden incrementar el riesgo de contaminación cruzada debido al aumento en la carga operativa y a la constante manipulación de alimentos durante tiempos reducidos de preparación. Por ello, la aplicación de procedimientos estandarizados, capacitación continua y supervisión operativa resultan fundamentales para disminuir riesgos microbiológicos asociados con la manipulación de alimentos listos para consumo.

1.3 Auditorías sanitarias y verificación operativa

Las auditorías sanitarias representan una herramienta fundamental para la verificación del cumplimiento de prácticas higiénico-sanitarias y estándares de inocuidad alimentaria en establecimientos de comida rápida. Estos procesos de evaluación identificar posibles áreas de riesgo relacionadas con la manipulación de alimentos, control de temperaturas, limpiezas y desinfección, contaminación cruzada y cumplimientos de procedimientos operativos.

En este tipo de establecimientos existen modelos de operación basados en franquicias, en los cuales las empresas franquiciatarios deben cumplir con diversos requisitos y permisos para poder bajo el nombre comercial de la marca.

Asimismo, para mantener la operación y garantizar la continuidad de los estándares establecidos, estos establecimientos son sometidos periódicamente a auditorías internas y externas relacionadas con calidad operativa, inocuidad alimentaria y cumplimiento sanitario.

Las marcas franquiciantes, al otorgar el uso de su imagen y modelo operativo, establecen lineamientos estandarizados para asegurar uniformidad entre las diferentes sucursales, incluyendo aspectos relacionados con sabor, porciones, preparación de alimentos, tiempos de servicio y condiciones higiénico-sanitarias. Para ello, las operaciones se encuentran guiadas mediante

manuales de operación y procedimientos estandarizados que permiten mantener criterios homogéneos en todas las franquicias.

Las auditorías basadas en criterios de inocuidad alimentaria y calidad operativa permiten verificar el cumplimiento de dichos estándares, además de contribuir al mantenimiento de las condiciones sanitarias necesarias para la preparación segura de alimentos listos para consumo. De igual manera, estos procesos de supervisión permiten evaluar la capacitación del personal manipulador y la correcta aplicación de procedimientos relacionados con higiene, limpieza y control microbiológico durante la operación diaria del establecimiento.

1.4 Normatividad sanitaria aplicable

En México, las practicas higiénico-sanitarias aplicables a establecimientos de alimentos y bebidas se encuentran reguladas por la NOM-251-SSA1-2009, la cual establece los requisitos mínimos de higiene durante el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Asimismo, la NOM-093-SSA1-1994 establece disposiciones sanitarias relacionadas con la preparación de alimentos en establecimientos fijos, incluyendo criterios para el manejo higiénico de materias primas, prevención de contaminación cruzada, control de temperaturas y condiciones del personal manipulador de alimentos.

Para la evaluación microbiológica de alimentos preparados, la normatividad mexicana establece métodos oficiales para la determinación de microorganismos indicadores. La NOM-092-SSA1-1994 establece el método para la cuenta de bacterias aerobias en placa, mientras que la NOM-113-SSA1-1994 y la NOM-112-SSA1-1994 establecen procedimientos para la determinación para la determinación de coliformes totales y coliformes fecales, respectivamente.

1.5 Evaluación microbiológica como herramienta de verificación sanitaria

La evaluación microbiológica de alimentos preparados constituye una herramienta útil para la verificación sanitaria y el monitoreo de inocuidad alimentaria, ya que permite determinar la presencia de microorganismos indicadores relacionados con la calidad higiénica de los procesos de preparación y manipulación de alimentos.

Entre los microorganismos comúnmente utilizados como indicadores microbiológicos destacan las bacterias mesófilas aerobias y los coliformes, debido a su utilidad para evaluar condiciones generales de higiene y posibles riesgos de contaminación. La determinación de estos microorganismos permite evaluar de manera indirecta la efectividad de las prácticas higiénico-sanitarias implementadas durante la preparación de alimentos.

Las bacterias mesófilas aerobias son utilizadas como indicadores generales de calidad microbiológica, ya que su presencia en concentraciones elevadas puede relacionarse con deficiencias en las condiciones de almacenamiento, manipulación o conservación de los alimentos. Por otra parte, la detección de coliformes puede asociarse con deficiencias higiénicas durante el procesamiento de alimentos y representar un indicador de contaminación microbiológica derivada de malas prácticas de manipulación.

La evaluación microbiológica también representa una herramienta importante dentro de los procesos de auditoría y verificación sanitaria en establecimientos de comida rápida, debido a que permite validar el cumplimiento de procedimientos estandarizados relacionados con limpieza, desinfección, control de temperaturas y manipulación higiénica de alimentos. Asimismo, el monitoreo microbiológico contribuye a la identificación temprana de posibles riesgos sanitarios y fortalece las estrategias preventivas orientadas a la protección de la salud del consumidor.

En establecimientos operados bajo sistemas de franquicia, este tipo de evaluaciones microbiológicas adquiere relevancia debido a la necesidad de mantener criterios homogéneos de calidad sanitaria y operativa entre diferentes sucursales, permitiendo verificar el cumplimiento de estándares relacionados con inocuidad alimentaria y calidad microbiológica de los alimentos preparados.

TEORÍA

La inocuidad alimentaria constituye uno de los pilares fundamentales en los establecimientos dedicados a la preparación y expendio de alimentos, debido a que la presencia de microorganismos patógenos o indicadores de contaminación representa un riesgo potencial para la salud del consumidor. En establecimientos de comida rápida, donde existe una elevada manipulación de materias primas, superficies, utensilios y alimentos listos para consumo, la implementación de medidas higiénico-sanitarias resulta indispensable para prevenir enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)

La calidad microbiológica de los alimentos y superficies puede evaluarse mediante microorganismos indicadores, los cuales permiten determinar las condiciones higiénicas de los procesos de preparación, almacenamiento y manipulación. Entre los principales indicadores microbiológicos utilizados destacan los mesófilos aerobios y los coliformes totales. Los mesófilos aerobios son empleados como indicadores generales de carga microbiana y reflejan las condiciones sanitarias durante la elaboración y conservación de los alimentos. Por otro lado, los coliformes totales son considerados indicadores de deficiencias higiénicas, contaminación cruzada o prácticas inadecuadas de limpieza y desinfección.

La contaminación microbiológica puede originarse por múltiples factores operativos, entre ellos la manipulación incorrecta de alimentos, deficiencias en el lavado de manos, limpieza inadecuada de superficies, almacenamiento incorrecto y fallas en el control de temperatura. En establecimientos de comida rápida, el alto flujo operativo incrementa la probabilidad de contaminación si no se mantienen procedimientos estandarizados de inocuidad alimentaria.

En México, la Secretaría de Salud establece lineamientos sanitarios para la preparación de alimentos mediante normas oficiales mexicanas como la NOM-251-SSA1-2009, la cual establece las prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, y la NOM-093-SSA1-1994, enfocada en las prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos preparados. Estas normativas señalan la importancia del control microbiológico como herramienta de verificación sanitaria dentro de los establecimientos de alimentos.

La evaluación microbiológica en superficies vivas, superficies inertes y alimentos preparados permite identificar posibles riesgos sanitarios y verificar la efectividad de las medidas de limpieza y desinfección implementadas. Asimismo, los resultados microbiológicos funcionan como herramientas de apoyo para fortalecer programas de inocuidad alimentaria y mejorar continuamente las condiciones sanitarias en establecimientos de comida rápida.

Por lo tanto, la determinación de indicadores microbiológicos en establecimientos de comida rápida representa una estrategia importante para evaluar las condiciones higiénico-sanitarias, detectar áreas de oportunidad y contribuir a la protección de la salud pública mediante la implementación de medidas correctivas y preventivas.

PARTE EXPERIMENTAL

Las muestras de alimentos preparados y listos para consumo fueron recolectadas bajo condiciones asépticas en un establecimiento de comida rápida ubicado en Zacatecas, México, y posteriormente transportadas al laboratorio de microbiología de la Universidad Autónoma de Zacatecas para su análisis.

Previo al análisis microbiológico, se realizó la preparación de medios de cultivo y esterilización del material utilizado durante el procedimiento experimental. Las muestras fueron fraccionadas utilizando material estéril y posteriormente se pesó aproximadamente 1 g de muestra procurando incluir diferentes componentes del alimento analizado.

Las muestras fueron homogenizadas durante aproximadamente 30 segundos utilizando vortex y posteriormente sometidas a diluciones seriadas decimales utilizando agua destilada previamente

esterilizada. A partir de cada dilución se tomó una alícuota para la inoculación microbiológica mediante la técnica de vaciado en placa, realizando las siembras por duplicado para cada muestra analizada.

La determinación de bacterias mesófilas aerobias se efectuó utilizando agar para cuenta estándar (Plate Count Agar, PCA), conforme al método establecido en la NOM-092-SSA1-1994 para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Las placas inoculadas fueron incubadas a 35 °C durante 48 ± 2 horas para posteriormente realizar el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC).

Para la determinación de coliformes totales se utilizó agar bilis rojo violeta (Violet Red Bile Agar, VRBA), siguiendo los procedimientos establecidos en la NOM-113-SSA1-1994. Las placas fueron incubadas a 35 °C durante 24 ± 2 horas y posteriormente se realizó la interpretación microbiológica correspondiente.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron expresados como unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro de muestra (UFC/g y UFC/mL) y comparados con los criterios establecidos en la normatividad sanitaria mexicana aplicable para alimentos preparados.

RESULTADOS

Los resultados microbiológicos obtenidos mostraron una baja carga microbiana en las muestras analizadas, evidenciada por recuentos de bacterias mesófilas aerobias de 5.6×10^2 UFC/g y valores de coliformes inferiores a 1.0×10^1 UFC/g, además de ausencia de coliformes fecales. Estos resultados indican condiciones higiénico-sanitarias adecuadas durante la preparación y manipulación de los alimentos listos para consumo evaluados.

Los recuentos obtenidos se encontraron dentro de los límites microbiológicos establecidos en la normatividad sanitaria mexicana aplicable para alimentos preparados, lo cual sugiere un adecuado control sanitario durante la operación del establecimiento analizado. La baja presencia de microorganismos indicadores puede relacionarse con la aplicación de procedimientos de limpieza y desinfección, control de temperaturas y manipulación adecuada de alimentos durante las diferentes etapas de preparación.

En establecimientos de comida rápida, factores operativos como la capacitación del personal, la supervisión continua y el cumplimiento de procedimientos estandarizados representan elementos importantes para el mantenimiento de la inocuidad alimentaria. Asimismo, durante periodos de alta demanda u horas rush, la presión operativa puede incrementar el riesgo de descuidos en las prácticas higiénico-sanitarias, por lo que la supervisión y verificación sanitaria adquieren un papel importante en la prevención de riesgos microbiológicos.

La ausencia de coliformes fecales en las muestras analizadas sugiere condiciones adecuadas de higiene durante la preparación de los alimentos y una baja probabilidad de contaminación fecal. De manera general, los resultados obtenidos evidencian condiciones microbiológicas aceptables en los alimentos evaluados y reflejan la importancia del monitoreo microbiológico como herramienta de verificación sanitaria en establecimientos de comida rápida**.**

Tabla I. Resultados del análisis microbiológico en alimentos preparados.

Muestra	Mesófilos aerobios	Coliformes totales	Coliformes fecales
Hamburguesa 1	1.3×10^2 UFC/g	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g	Ausentes
Hamburguesa 2	5.6×10^2 UFC/g	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g	Ausentes
Producto empanizado	4.0×10^1 UFC/g	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g	Ausentes
Bebida láctea saborizada	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/mL	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/mL	Ausentes

Tabla II. Comparación de resultados microbiológicos con normatividad mexicana.

Parámetro	Resultado obtenido	Referencia normativa
Mesófilos aerobios	5.6×10^2 UFC/g	NOM-213
Coliformes totales	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g	NOM-243
Coliformes fecales	Ausentes	NOM-112

CONCLUSIONES

La evaluación microbiológica realizada permitió determinar condiciones microbiológicas aceptables en los alimentos preparados analizados, evidenciando la utilidad de los microorganismos indicadores como herramienta para la verificación sanitaria en establecimientos de comida rápida.

El estudio permitió identificar la importancia de factores operativos como la capacitación del personal, la supervisión continua y el cumplimiento de procedimientos estandarizados para el mantenimiento de la inocuidad alimentaria durante la preparación y manipulación de alimentos listos para consumo. Asimismo, se observó que los periodos de alta demanda y la presión operativa pueden representar factores de riesgo si no existen adecuados sistemas de control y vigilancia sanitaria.

La aplicación de monitoreo microbiológico y auditorías sanitarias contribuye al mantenimiento de estándares de calidad e inocuidad alimentaria en establecimientos de comida rápida, permitiendo fortalecer las medidas preventivas orientadas a la protección de la salud del consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Inocuidad de los alimentos*. Recuperado de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *Food safety and quality*. Recuperado de https://www.fao.org/food-safety/en/
3. Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/b100840
4. Secretaría de Salud. (2009). *Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. Diario Oficial de la Federación, México.
5. Secretaría de Salud. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos*. Diario Oficial de la Federación, México.
6. Secretaría de Salud. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. Diario Oficial de la Federación, México.
7. Secretaría de Salud. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Método para la determinación de microorganismos coliformes totales*. Diario Oficial de la Federación, México.
8. Secretaría de Salud. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Determinación de bacterias coliformes fecales*. Diario Oficial de la Federación, México.
9. Secretaría de Salud. (2018). *Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2018, Productos cárnicos procesados y establecimientos dedicados a su proceso*. Diario Oficial de la Federación, México.
10. Secretaría de Salud. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado*. Diario Oficial de la Federación, México.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE ROMERO *(Rosmarinus Officinalis.L)* SOBRE LOS PARÁMETROS CLÍNICOS, METABÓLICOS Y DE ESTRÉS OXIDATIVO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 PERTENECIENTES AL ISSSTE, ZACATECAS

Judisett Mirabal Rodríguez[1], Sandy Fidel Rodríguez Reyes[1], Diana Jazmín Galvez Soriano[2], María Concepción Guerrero Correa[3], Marisol Galván Valencia[1,2], Ana Lourdes Zamora[4], Rosalinda Gutiérrez Hernández[5], Claudia Araceli Reyes Estrada[6], Blanca PatlQRia Lazalde Ramos[1,2*]

[1]Maestría en Ciencias Biomédicas, Área de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Zacatecas., [2]Maestría en Ciencia y Tecnología Química, Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas., [3]Instituto de Seguridad y Servicio Social de los rabajadores del Estado., [4]Instituto de Investigación en Odontología, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, México., [5]Unidad Académica de Enfermera, Universidad Autónoma de Zacatecas., [6]Unidad Académica de Medicina, Universidad Autónoma de Zacatecas.
judisettm@gmail.com

RESUMEN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por hiperglucemia persistente, resistencia a la insulina y alteraciones en el metabolismo de carbohidratos y lípidos. El estrés oxidativo desempeña un papel fundamental en la fisiopatología y progresión de sus complicaciones micro y macrovasculares. En este contexto, el uso de compuestos naturales con propiedades antioxidantes y moduladoras del metabolismo glucídico ha cobrado interés como terapia complementaria. *Rosmarinus officinalis. L* (romero) contiene polifenoles bioactivos, como ácido rosmarínico y carnosol, con potencial actividad antioxidante, antiinflamatoria e hipoglucemiante. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del extracto metanólico de romero sobre parámetros clínicos, metabólicos y marcadores de estrés oxidativo en pacientes con DM2. Se realizó un ensayo clínico experimental, controlado, aleatorizado, longitudinal, de diseño paralelo y cegamiento simple, siguiendo las recomendaciones CONSORT. El estudio incluyó 20 pacientes con diagnóstico confirmado de DM2 adscritos a la Clínica MIDE del ISSSTE Zacatecas, México. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: extracto metanólico de romero 500 mg/día (n=10) o placebo (n=10), durante 90 días, manteniendo su tratamiento antidiabético de base. Se evaluaron biometría hemática, glucosa sérica, hemoglobina glicosilada (HbA1c), perfil lipídico, perfil hepático, perfil renal y malondialdehído (MDA) como marcador de peroxidación lipídica. El MDA se determinó mediante método espectrofotométrico con ácido tiobarbitúrico. El análisis estadístico se realizó con GraphPad Prism Versión 8.0, considerando significativo $p<0.05$. Al finalizar la intervención, el grupo tratado con extracto de romero presentó una reducción estadísticamente significativa en los niveles de glucosa sérica y HbA1c en comparación con el grupo placebo ($p<0.05$). Asimismo, se observó una disminución significativa de los niveles séricos de MDA a los 90 días, evidenciando una reducción del estrés oxidativo. No se registraron cambios clínicamente relevantes en los parámetros hepáticos o renales, ni efectos adversos graves asociados a la intervención. La administración de extracto metanólico de *Rosmarinus officinalis* durante 90 días mejoró el control glucémico y redujo el estrés oxidativo en pacientes con DM2, mostrando un adecuado perfil de seguridad. Estos resultados respaldan su potencial como terapia complementaria en el manejo integral de la diabetes tipo 2 y justifican la realización de estudios con mayor tamaño muestral y seguimiento prolongado.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) constituye actualmente uno de los principales desafíos de salud pública a nivel mundial debido a su creciente prevalencia, elevada morbimortalidad e impacto

económico para los sistemas de salud. Es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por hiperglucemia persistente derivada de defectos en la secreción de insulina, resistencia a la acción de esta hormona o una combinación de ambos mecanismos fisiopatológicos. La progresión de la enfermedad se asocia con alteraciones en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, generando daño progresivo en múltiples órganos y sistemas, principalmente riñón, retina, sistema nervioso y sistema cardiovascular (AmeIQRan Diabetes Association [ADA], 2026).

En las últimas décadas, el incremento de la DM2 ha sido favorecido por cambios en el estilo de vida, incluyendo sedentarismo, alimentación hipercalóIQRa, obesidad y envejecimiento poblacional.

Desde el punto de vista fisiopatológico, la DM2 se caracteriza principalmente por resistencia periféIQRa a la insulina y deterioro progresivo de la función de las células β pancreáticas. La resistencia a la insulina disminuye la captación de glucosa en tejidos periféIQRos como músculo esquelético y tejido adiposo, mientras que el hígado incrementa la producción hepática de glucosa. Paralelamente, el deterioro funcional de las células β conduce a una secreción insuficiente de insulina para compensar las demandas metabólicas del organismo. Estas alteraciones metabólicas favorecen un estado proinflamatorio y de estrés oxidativo que contribuye al desarrollo de complicaciones microvasculares y macrovasculares (DeFronzo et al., 2015).

El estrés oxidativo desempeña un papel fundamental en la progresión de la diabetes y sus complicaciones. La hiperglucemia crónica incrementa la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO), favoreciendo daño celular, oxidación lipídica, inflamación y disfunción endotelial. Asimismo, se ha observado elevación de biomarcadores inflamatorios como factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), interleucina 6 (IL-6) y productos derivados de la peroxidación lipídica como el malondialdehído (MDA), los cuales participan en la fisiopatología de las complicaciones diabéticas. Debido a ello, el control glucémico y de estrés oxidativo se ha convertido en un objetivo terapéutico importante en pacientes con DM2 (Volpe et al., 2018).

Actualmente, el tratamiento de la DM2 incluye modificaciones en el estilo de vida, terapia nutrcional, actividad física y tratamiento farmacológico con hipoglucemiantes orales e insulina. Sin embargo, a pesar de los avances terapéuticos, muchos pacientes no logran un adecuado control glucémico o desarrollan efectos adversos relacionados con el uso prolongado de medicamentos. Por esta razón, en los últimos años ha aumentado el interés científico por el uso de compuestos naturales y plantas medicinales como terapias complementarias capaces de mejorar parámetros metabólicos y disminuir el estrés oxidativo asociado con la enfermedad (ADA, 2026).

Dentro de las plantas medicinales de interés terapéutico destaca el Romero (*Rosmarinus officinalis L.*), planta aromática perteneciente a la familia Lamiaceae ampliamente utilizada en la medicina tradicional debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas e hipoglucemiantes. El romero contiene diversos compuestos bioactivos, entre los que destacan ácido rosmarínico, ácido carnósico, carnosol y flavonoides, los cuales poseen capacidad antioxidante al neutralizar radicales libres y disminuir el daño oxidativo celular (Flores-Villa et al., 2020).

Diversos estudios experimentales han demostrado que los extractos de romero pueden ejercer efectos beneficiosos sobre el metabolismo de la glucosa y lípidos. Entre los mecanismos propuestos se incluyen la activación de la proteína quinasa activada por AMP (AMPK), incremento en la captación de glucosa en músculo esquelético, disminución de la gluconeogénesis hepática y mejora en la sensibilidad a la insulina. Asimismo, se ha reportado que el romero contribuye a disminuir marcadores inflamatorios y productos de peroxidación lipídica asociados con el estrés oxidativo en modelos animales y celulares de diabetes (Vlavcheski et al., 2017; Hasei et al., 2021).

Además de sus efectos metabólicos, el romero ha mostrado potencial protector sobre órganos blanco afectados por la diabetes, incluyendo hígado, riñón y sistema cardiovascular. Algunos estudios sugieren que sus componentes fenólicos podrían reducir el daño oxidativo y la inflamación tisular, contribuyendo a prevenir complicaciones diabéticas. No obstante, aunque existe abundante evidencia preclínica acerca de sus beneficios, los estudios clínicos en humanos aún son limitados, por lo que resulta necesario continuar investigando su eficacia y seguridad como tratamiento complementario en pacientes con DM2 (Lazalde Ramos et al., 2025).

Por lo anterior, el estudio de las propiedades antioxidantes y metabólicas del romero representa una alternativa prometedora en el manejo complementario de la DM 2, particularmente por su potencial para mejorar el control glucémico, disminuir el estrés oxidativo y contribuir a la prevención de complicaciones asociadas con la enfermedad.

METODOLOGÍA

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado, controlado, longitudinal, de grupos paralelos y con ciego simple, en conformidad con los criterios de la declaración CONSORT. con diabetes mellitus tipo 2 (DM2), mayores de 18 años, con diagnóstico confirmado de acuerdo con las guías de la Federación Internacional de Diabetes (FID). Como criterios de inclusión, los participantes debían presentar estabilidad clínica, función renal conservada (TFGe ≥60 mL/min/1.73 m²) y otorgar su consentimiento informado por escrito. Los participantes fueron asignados aleatoriamente para recibir el extracto metanólico de Romero (*Rosmarinus officinalis. L)* (500 mg/día) o placebo (celulosa, 500 mg/día) durante 90 días.

El estudio se realizó conforme a la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Bioética e Investigación del ISSSTE (folio no. CEI/ISSSTE/2025/043).

El estrés oxidativo se determinó mediante la cuantificación sérica de malondialdehído (MDA), utilizando el método del ácido tiobarbitúrico con base en la técnica de Yagi (1998), en dos momentos (basal y 90 días). La cuantificación de los niveles de glucosa y del porcentaje de hemoglobina glucosilada (HbA1c) se realizó en el laboratorio del ISSSTE, mediante métodos enzimáticos (equipo Cobas c-501) y de inmunodetección tipo sándwich respectivamente.

La significancia estadística intragrupo (basal vs. 3 meses de tratamiento) se determinó mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, mientras que las comparaciones intergrupo (placebo vs. extracto) se realizaron mediante la prueba U de Mann-Whitney. El análisis estadístico se llevó a cabo con el software GraphPad Prism Versión 8.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al inicio de la intervención, la edad promedio de la población de estudio no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos *(p=0.6491),* con 55.70± 7.93 años para el grupo Romero y 57.30± 7.52 años para el grupo placebo, confirmándose la homogeneidad basal de la muestra, minimizándose el riesgo de sesgo de confusión.

En la Figura 1 se muestra la comparación intergrupo de los deltas (Δ) de peso corporal.

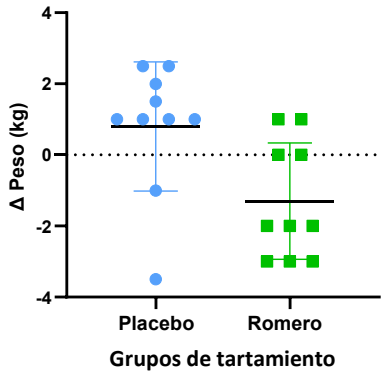


Figura 1. Diferencias en los deltas de peso corporal entre el grupo tratado con Romero (*Rosmarinus officinalis L.)* y el grupo placebo. Los valores delta (Δ) representan el cambio individual calculado

como peso final menos peso inicial (kg). La línea horizontal interna representa la mediana y las barras corresponden al rango intercuartílico (IQR)

El análisis mediante la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney evidencio diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0.0126$), lo que indica que los cambios observados en el peso corporal difirieron significativamente entre ambos grupos

El grupo placebo presentó una mediana de Δ peso de 1.0 kg, lo que refleja una tendencia al aumento ponderal durante el periodo de seguimiento. En contraste, el grupo tratado con romero mostró una mediana de −2.0 kg, lo que evidencia una disminución del peso corporal. La diferencia real entre las medianas fue de −3.0 kg, lo que sugiere un efecto favorable del tratamiento con romero sobre el control ponderal.

Dentro de los parámetros a evaluar de los pacientes con DM2, se incluyeron los perfiles glúcidos y lipídico, siendo la hemoglobina glicosilada (HbA1c) el indicador de mayor relevancia para determinar el control metabólico sostenido, de acuerdo a la ADA (ADA 2026).

Respecto a los niveles de glucosa sérica (**Tabla1**), el grupo Romero presentó una disminución significativa posterior a la intervención ($p = 0.0059$), al reducir su mediana de 132.0 mg/dL (IQR:125.0–180.0 mg/dL) a 125.0 mg/dL (IQR:110.0–129.0 mg/dL). En contraste, el grupo placebo no mostró cambios significativos ($p = 0.7871$), con valores de 127.0 mg/dL (IQR: 119.5–208.0 mg/dL) al inicio y 135.0 mg/dL (IQR:121.8–165.5 mg/dL) al final del estudio. Aunque la comparación intergrupo no mostró diferencias estadísticas basales ni finales ($p = 0.1370$ y $p = 0.2224$, respectivamente), la reducción intragrupo observada en los pacientes tratados con romero sugiere un efecto favorable sobre el metabolismo de la glucosa.

Tabla 1 Cambios en los perfiles glucídico y lipídico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 tras la intervención con romero y placebo

VARIABLES	ROMERO (basal)	ROMERO (3 meses)	*p-value*	PLACEBO (basal)	PLACEBO (3 meses)	*p-value*	*p-value* (R vs P)	
	Mediana-IQR		(0 *vs* 3 meses)	Mediana-IQR		(0 *vs* 3 meses)	0 meses	3 meses
Glucosa (mg/dl)	132.0 (125.0-180.0)	125.0 (110.0-129.0)	0.0059	127.0 (119.5-208.0)	135.0 (121.8-165.5)	0.7871	0.1370	0.2224
HbA1C (%)	7.735 (7.4- 9.90)	6.900 (6.8-7.1)	0.0039	7.000 (6.64- 8.8)	8.00 (7.0-9.5)	0.7383	0.2098	0.0120
Col. T (mg/dl)	182.5 (159.8- 234.0)	150.0 (145.8-163.3)	0.0020	175.0 (155.0-200.0)	180.0 (168.8-192.0)	0.0859	0.7243	0.0451
TAG	159.0	152.0	0.0371	149.5	150.5	0.9043	0.5914	0.2821

HbA1c: hemoglobina glucosilada; Col. T: colesterol total; TAG: triglicéridos; IQR: rango intercuartílico; R vs. P: romero vs. Placebo. Los datos expresados como mediana y IQR (distribución no paramétrica por Shapiro-Wilk). Las comparaciones intragrupo (0 vs. 3 meses) y intergrupo (R vs. P) se analizaron con las pruebas de Wilcoxon y U de Mann-Whitney, respectivamente. Significancia estadística: $p < 0.05$.

En cuanto a la HbA1c, el grupo romero presentó una reducción significativa tras la intervención *(p* = 0.0039), al disminuir de 7.73 % (IQR: 7.4–9.90 %) a 6.90 % (IQR: 6.8–7.1%). Por el contrario, el grupo placebo mostró un ligero incremento, pasando de 7.00 % (6.64–8.8 %) a 8.00% (IQR:7.0–9.5 %), sin alcanzar significancia estadística ($p = 0.7383$). Además, la comparación intergrupos a los 90 día de tratamiento demostró una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.0120$), lo que confirma el impacto positivo del extracto sobre el control glucémico a mediano plazo.
Con relación al colesterol total, el grupo con Romero mostró una disminución significativa a los 90 días tras tratamiento respecto a su valor basa *(p* = 0.0020), pasando de 182.5 mg/dL (IQR:159.8–234.0 mg/dL) a 150.0 mg/dL (IQR:145.8–163.3 mg/dL). Mientras tanto, el grupo placebo mostro un

incremento no significativo de este parámetro (p = 0.0859). con valores de 175.0 mg/dL (IQR:155.0–200.0) al inicio y 180.0 mg/dL (IQR:168.8–192.0) al final del estudio. Asimismo, la comparación intergrupo posterior a la intervención demostró diferencias significativas (p = 0.0451), indicando un efecto hipolipemiante asociado al tratamiento con romero.

En cuanto a los triglicéridos (TAG), el grupo romero exhibió una disminución estadística intragrupo (p = 0.037), modificando su mediana de 159.0 mg/dL a 152.0 mg/dL. Por el contrario, el grupo placebo permaneció estable, con 149.5 mg/dL al inicio y 150.5 mg/dL al cierre de la intervención (p = 0.904). A pesar del cambio intragrupo, el análisis intergrupo no mostró diferencias significativas en ningún momento del seguimiento (p = *0.591* y p = *0.282*, respectivamente), un hallazgo probablemente influenciado por la alta variabilidad individual y el tamaño acotado de la muestra.

En la **Figura 2** se ilustran los cambios netos (Δ) en los parámetros glucémicos post-intervención. Observándose que la intervención con Romero redujo significativamente los niveles de glucosa y Hba1c (p<0.001) frente al grupo placebo. Mientras que en el grupo control las deltas de los pacientes se mantenían cercanas a cero con ligeros incementos, la mayoría de los pacientes tratados con el Romero se ubicaron en valores negativos, confirmando una sólida tendencia hacia la optimización del control glucémico.

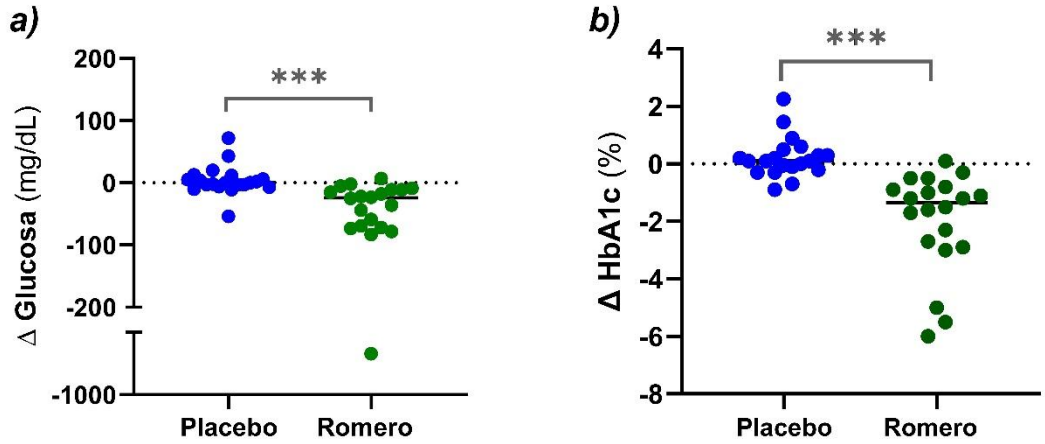
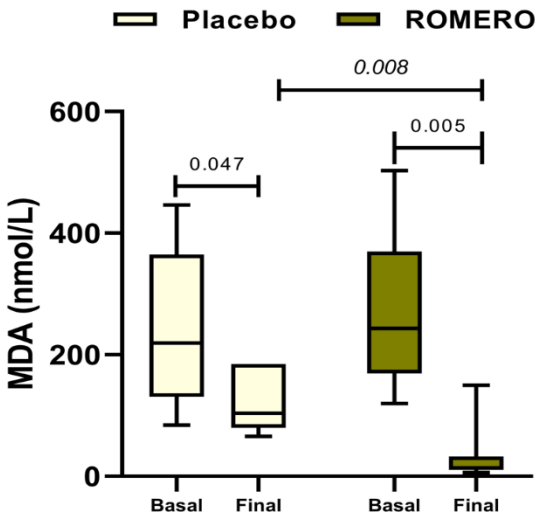


Figura 2. Comparación de los cambios netos (Δ) de los niveles de glucemia plasmática (a) y hemoglobina glucosilada (b) tras tres meses de intervención con Romero y placebo.
Los puntos representan la variación neta de cada paciente y las barras horizontales indican la mediana del grupo. La significancia estadística entre el grupo EMeOHR y el grupo Placebo se determinó mediante la prueba U de Mann-Whitney.

En conjunto, estos hallazgos sugieren que el extracto metanólico de *Rosmarinus officinalis* ejercer efectos favorables sobre el control glucémico y lipídico en pacientes con DM2, destacando su impacto en la reducción de glucosa sérica, HbA1c y colesterol total.

En relación al estrés oxidativo (figura 3), ambas intervenciones redujeron los niveles de MDA de forma estadísticamente significativa, siendo el romero el que mostró una mayor disminución de este marcador (p= *0.005*, romero vs p= *0.047*, placebo) Asimismo, la comparación intergrupo posterior a la intervención demostró diferencias significativas (p = 0.008), indicando indicando un mayor efecto antioxidante asociado al tratamiento con extracto metanólico de Rosmarinus officinalis.

Figura 3. Niveles de malondialdehído (MDA) entre los grupos romero y placebo antes y después de la intervención.



Los datos se expresan como mediana y IQR (distribución no paramétrica por Shapiro-Wilk). Las comparaciones intragrupo (0 vs. 3 meses) y intergrupo (Romero vs. Placebo) se analizaron con las pruebas de Wilcoxon y U de Mann-Whitney, respectivamente. Significancia estadística: $p < 0.05$.

DISCUSIÓN

La búsqueda de estrategias complementarias para mejorar el control metabólico y disminuir el estrés oxidativo en pacientes con DM2 ha incrementado el interés por el uso de compuestos naturales con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. En este contexto, el presente estudio evaluó el efecto del extracto metanólico de *Rosmarinus officinalis* sobre parámetros antropométricos, glucémicos, lipídicos y oxidativos en pacientes con DM2, observándose efectos favorables en diversas variables metabólicas.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la disminución significativa del peso corporal. observada en el grupo tratado con romero, lo cual podría explicarse por la actividad biológica de diversos compuestos fenólicos presentes en el Romero, principalmente ácido carnósico, carnosol y ácido rosmarínico. Estos compuestos han demostrado efectos sobre el metabolismo energético, regulación de lípidos y reducción de procesos inflamatorios y oxidativos relacionados con obesidad y resistencia a la insulina. El romero puede modular la adipogénesis, favorecer la oxidación de ácidos grasos y disminuir la acumulación de tejido adiposo, contribuyendo así al control del peso (Kheirouri y Alizadeh, 2021). Por otra parte, el deterioro metabólico presente en la DM2 se encuentra estrechamente relacionado con el exceso de tejido adiposo visceral y la disfunción del metabolismo energético. Actualmente se reconoce que el tejido adiposo no solamente actúa como reservorio de energía, sino también como un órgano endocrino capaz de producir adipocinas y citocinas proinflamatorias que contribuyen al desarrollo de resistencia a la insulina.

El incremento de mediadores inflamatorios como TNF-α, IL-6 y proteína C reactiva favorece alteraciones en las vías de señalización insulínica, disminuyendo la captación periférica de glucosa y promoviendo alteraciones tanto glucídicas como lipídicas (Adeleye et al., 2023). En este contexto, diversos estudios experimentales han sugerido que los compuestos bioactivos presentes en el Romero modulan procesos relacionados con adipogénesis y metabolismo energético mediante regulación de vías moleculares dependientes de PPAR-γ y AMPK, favoreciendo una mejor utilización de glucosa y ácidos grasos como fuente energética, lo cual también justifica los resultados obtenidos en el presente estudio (Hamza & Amin, 2020., Danja J Den Hartogh 2022).

En el ámbito del control glucémico, la reducción intragrupo de la glucosa sérica (132.0 a 125.0 mg/dL; $p = 0.006$) coincidió con un descenso estadísticamente significativo de la hemoglobina glucosilada (HbA1c) (7.73% a 6.90%; $p = 0.004$). Más aún, la diferencia intergrupo final de la HbA1c ($p = 0.012$) y el análisis de sus cambios netos (Figura 2) confirman que el extracto de romero induce una mejoría

metabólica sostenida en el mediano plazo, alineándose con las metas terapéuticas internacionales de la American Diabetes Association (ADA, 2026). El mecanismo subyacente de este efecto hipoglucemiante se asocia con la capacidad de los componentes del romero para activar la proteína cinasa activada por AMP (AMPK), un sensor energético celular clave. La fosforilación de AMPK estimula la translocación del transportador GLUT4 hacia la membrana plasmática del músculo esquelético de forma independiente a la vía clásica de la insulina, incrementando la captación periférica de glucosa y contrarrestando la glucotoxicidad sistémica (Kheirouri & Alizadeh, 2021., Den Hartogh, D. J).

Adicionalmente, el perfil lipídico evidenció una respuesta benéfica, destacando la marcada reducción del colesterol total (182.5 a 150.0 mg/dL; $p = 0.002$) y una diferencia intergrupo post-intervención significativa ($p = 0.045$). Aunque los triglicéridos exhibieron una disminución discreta a nivel intragrupo (159.0 a 152.0 mg/dL; $p = 0.037$), la ausencia de diferencias intergrupo finales se asocia con la naturaleza no paramétrica de la variable, la alta variabilidad biológica del paciente diabético y el tamaño muestral limitado (n=20). El efecto hipolipemiante global del extracto se vincula con la regulación a la baja de genes lipogénicos en el tejido hepático, mediada también por AMPK, la cual fosforila e inactiva a la acetil-CoA carboxilasa (ACC), disminuyendo con ello la síntesis de novo de ácidos grasos y la secreción de lipoproteínas de muy baja densidad (Vlavcheski, 2024)

La denominada dislipidemia diabética se caracteriza por elevación de triglicéridos, incremento de lipoproteínas aterogénicas y disminución de HDL-colesterol, condiciones que aceleran el desarrollo de aterosclerosis y enfermedad cardiovascular. En este contexto, diversos estudios han señalado que los compuestos bioactivos presentes en *Rosmarinus officinalis* poseen efectos hipolipemiantes relacionados con disminución de lipogénesis hepática, incremento de β-oxidación de ácidos grasos y reducción de oxidación de lipoproteínas LDL (Nieto et al., 2018).

La oxidación de LDL representa un paso fundamental en el desarrollo de placas ateroscleróticas y daño endotelial. Debido a su potente actividad antioxidante, los compuestos fenólicos del romero podrían proteger las lipoproteínas plasmáticas frente al daño oxidativo y disminuir parcialmente el riesgo cardiovascular asociado a diabetes mellitus tipo 2. Además, la reducción de procesos inflamatorios sistémicos podría contribuir indirectamente a mejorar la homeostasis lipídica y la función vascular (Liu, Y., 2022)

La resistencia a la insulina y el exceso de adiposidad también se encuentran estrechamente vinculados con la generación excesiva de especies reactivas de oxígeno (ERO), a partir del metabolismo lipídico. La sobreproducción de radicales libres favorece daño mitocondrial, alteración del metabolismo energético y activación de vías inflamatorias celulares que perpetúan el deterioro metabólico. En pacientes con DM2, la hiperglucemia crónica induce estrés oxidativo mediante múltiples mecanismos, incluyendo activación de la vía del poliol, formación de productos finales de glicación avanzada (AGEs), activación de proteína cinasa C y disfunción mitocondrial (American Diabetes Association, 2026). Diversos estudios muestran que metabolitos activos del Romero, tienen la capacidad de actuar en vías de señalización capaces de modular la respuesta metabólica, y por ende contribuyen a mejorar el metabolismo de ácidos grasos, disminuyen resistencia a la insulina y favorecen la respuesta del organismo a los productos de degradación lipídica. (Vlavcheski, 2018., Shamshoum, H 2021., Vlavcheski, 2024)

Finalmente, la evaluación del estrés oxidativo aportó evidencia contundente sobre las propiedades antioxidantes del fitofármaco de Romero. Si bien ambos grupos mostraron un descenso intragrupo del malondialdehído (MDA), la magnitud de la reducción en el grupo romero fue marcadamente superior ($p = 0.005$ vs. $p = 0.047$ en el placebo), consolidándose con una sólida significancia intergrupo al final de las 12 semanas ($p = 0.008$). El MDA es un producto secundario crítico de la peroxidación lipídica de las membranas celulares, desencadenada por el exceso de especies reactivas de oxígeno (ERO) en el paciente con hiperglucemia crónica. Los compuestos fenólicos del extracto actúan como potentes barredores directos de radicales libres y promueven la activación de vías transcripcionales endógenas implicadas en la síntesis de enzimas antioxidantes (como superóxido dismutasa y catalasa). Esto rompe el círculo vicioso entre el estrés oxidativo y la disfunción de las células β pancreáticas, protegiendo la masa celular insular residual y optimizando la homeostasis metabólica del paciente. (Urbańska, D. M., 2025)

En este sentido, la elevada capacidad antioxidante del Romero, podría representar uno de los principales mecanismos responsables de sus efectos terapéuticos apoyando los resultados observados en el grupo de pacientes intervenidos con Romero. Los compuestos fenólicos presentes en esta planta poseen grupos hidroxilo capaces de donar electrones y neutralizar radicales libres, disminuyendo así el daño oxidativo celular. Adicionalmente, se ha demostrado que el ácido carnósico puede activar la vía Nrf2, considerada uno de los principales sistemas reguladores de defensa antioxidante celular. La activación de esta vía incrementa la expresión de enzimas antioxidantes endógenas como catalasa, superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa, favoreciendo una mejor respuesta celular frente al estrés oxidativo inducido por hiperglucemia (López-Jiménez et al., 2022).

La disminución del estrés oxidativo resulta particularmente importante debido a que la oxidación de lípidos y proteínas participa directamente en el desarrollo de complicaciones microvasculares y macrovasculares asociadas a diabetes. Uno de los biomarcadores más utilizados para evaluar peroxidación lipídica es el malondialdehído (MDA), producto derivado de la degradación oxidativa de ácidos grasos poliinsaturados presentes en membranas celulares. Concentraciones elevadas de MDA se han relacionado con mayor daño oxidativo, inflamación vascular y progresión de complicaciones cardiovasculares en pacientes diabéticos. Por ello, la capacidad antioxidante del romero podría contribuir no solamente al control metabólico, sino también a la disminución del daño celular asociado a hiperglucemia persistente (López-Jiménez et al., 2022).

Por otro lado, el estrés oxidativo y la inflamación crónica también participan activamente en el deterioro progresivo de la función pancreática y en la alteración del metabolismo glucídico. La exposición prolongada a concentraciones elevadas de glucosa favorece glucotoxicidad sobre células β pancreáticas, disminuyendo progresivamente la secreción de insulina y agravando la hiperglucemia. En este contexto, diversos estudios han sugerido que *Rosmarinus officinalis* podría ejercer efectos hipoglucemiantes mediante múltiples mecanismos complementarios. Entre ellos destaca la inhibición parcial de enzimas digestivas como α-glucosidasa y α-amilasa, responsables de la degradación intestinal de carbohidratos complejos. La disminución de la actividad de estas enzimas reduce la velocidad de absorción de glucosa y atenúa los incrementos glucémicos posprandiales (Hamza & Amin, 2020., De Oliveira E Silva, 2024).

En conjunto, la evidencia sugiere que *R. officinalis* posee un importante potencial terapéutico en los pacientes con DM2 debido a la interacción simultánea de sus múltiples mecanismos antioxidantes, hipoglucemiantes e hipolipemiantes. Este efecto podría atribuirse a la presencia de compuestos fenólicos bioactivos del romero, como ácido rosmarínico, ácido carnósico y carnosol, los cuales poseen reconocida actividad antioxidante y antiinflamatoria. Esta acción multifactorial resulta relevante considerando que la DM2 es una enfermedad compleja donde participan diversas alteraciones metabólicas interrelacionadas. Por ello, resulta necesario continuar desarrollando investigaciones clínicas controladas con mayor tamaño muestral y seguimiento prolongado que permitan esclarecer con mayor precisión los mecanismos moleculares implicados en los efectos terapéuticos de *Rosmarinus officinalis*, así como determinar su eficacia y seguridad como terapia complementaria en pacientes con DM2.

CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que la suplementación con Romero en pacientes con DM2 tras tres meses de intervención, disminuyó significativamente la glucosa sérica, hemoglobina glucosilada (HbA1c), colesterol total, triglicéridos y los niveles de malondialdehído (MDA), sugiriendo un efecto hipoglucemiante, hipolipemiante y antioxidante. Asimismo, la suplementación con Romero redujo significativamente el peso corporal y los niveles de MDA.

Aunque los resultados fueron favorables, el presente estudio presenta limitaciones relacionadas con el tamaño de muestra y el tiempo de seguimiento. Por ello, se recomienda realizar estudios clínicos con mayor número de participantes, periodos de intervención más prolongados y evaluación de biomarcadores inflamatorios y antioxidantes adicionales que permitan confirmar los efectos observados y esclarecer los mecanismos fisiológicos involucrados.

En conclusión, el romero podría representar una alternativa complementaria prometedora en el manejo integral de pacientes con DM2, particularmente por sus potenciales efectos antioxidantes, metabólicos y cardioprotectores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adeleye, O. O., Agunbiade, T. A., Adebayo, O. L., et al. (2023). Diabetes mellitus: From molecular mechanism to pathophysiology and pharmacology. Medicine in Novel Technology and Devices, 19, 100247.
2. American Diabetes Association. (2026). Standards of care in diabetes—2026. Diabetes Care, 49(Suppl. 1), S1–S350.
3. Bakirel, T., Bakirel, U., Keleş, O. U., Ulgen, S. G., & Yardibi, H. (2008). In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (Rosmarinus officinalis) in alloxan-diabetic rabbits. Journal of Ethnopharmacology, 116(1), 64–73.
4. DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., Groop, L., Henry, R. R., Herman, W. H., Holst, J. J., Hu, F. B., Kahn, C. R., Raz, I., Shulman, G. I., Simonson, D. C., Testa, M. A., & Weiss, R. (2015). Type 2 diabetes mellitus. Nature Reviews Disease Primers, 1(1), 15019.
5. Flores-Villa, E., Sáenz-Galindo, A., Castañeda-Facio, A. O., & Narro-Céspedes, R. I. (2020). Romero (Rosmarinus officinalis L.): Su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 23, 1–14.
6. Hamza, A. A., & Amin, A. (2020). Rosemary extract improves metabolic alterations in diabetic conditions through antioxidant and anti-inflammatory activities. Journal of Ethnopharmacology, 258, 112901. https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112901
7. Hasei, S., Yamamotoya, T., Nakatsu, Y., Ohata, Y., Itoga, S., Nonaka, Y., Matsunaga, Y., Sakoda, H., Fujishiro, M., Kushiyama, A., & Asano, T. (2021). Carnosic acid and carnosol activate AMPK, suppress expressions of gluconeogenic and lipogenic genes, and inhibit proliferation of HepG2 cells. International Journal of Molecular Sciences, 22(8), 4040.
8. International Diabetes Federation. (2025). IDF Diabetes Atlas (11th ed.). International Diabetes Federation.
9. Kheirouri, S., & Alizadeh, M. (2021). Rosemary and its bioactive compounds as therapeutic agents in metabolic disorders. Phytotherapy Research, 35(4), 1813–1828. https://doi.org/10.1002/ptr.6931
10. López-Jiménez, J. Á., Andrés-Lucas, B., & Rojas-Armas, J. P. (2022). Effects of rosemary supplementation on oxidative stress and metabolic parameters in type 2 diabetes mellitus: A systematic review. Nutrients, 14(11), 2246. https://doi.org/10.3390/nu14112246
11. Den Hartogh, D. J., Vlavcheski, F., Giacca, A., MacPherson, R. E. K., & Tsiani, E. (2022). Carnosic Acid Attenuates the Free Fatty Acid-Induced Insulin Resistance in Muscle Cells and Adipocytes. Cells, 11(1), 167. https://doi.org/10.3390/cells11010167
12. Den Hartogh, D. J., Vlavcheski, F., & Tsiani, E. (2023). Muscle Cell Insulin Resistance Is Attenuated by Rosmarinic Acid: Elucidating the Mechanisms Involved. International journal of molecular sciences, 24(6), 5094. https://doi.org/10.3390/ijms24065094
13. Urbańska, D. M., Kurhaluk, N., Tkaczenko, H., Rutkowska, K., Kawecka-Grochocka, E., Brzozowska, P., Czopowicz, M., Mickiewicz, M., Kaba, J., & Bagnicka, E. (2025). Effects of Turmeric and Rosemary Extract on Oxidative Stress Markers in Goats. Animals : an open access journal from MDPI, 15(3), 369. https://doi.org/10.3390/ani15030369
14. Vlavcheski, F., MacPherson, R. E. K., Fajardo, V., Sze, N., & Tsiani, E. (2024). Carnosic Acid (CA) Induces a Brown Fat-like Phenotype, Increases Mitochondrial Biogenesis, and Activates AMPK in 3T3-L1 Adipocytes. Biomedicines, 12(7), 1569. https://doi.org/10.3390/biomedicines12071569
15. Vlavcheski, F., & Tsiani, E. (2018). Attenuation of Free Fatty Acid-Induced Muscle Insulin Resistance by Rosemary Extract. Nutrients, 10(11), 1623. https://doi.org/10.3390/nu10111623
16. Shamshoum, H., Vlavcheski, F., MacPherson, R. E. K., & Tsiani, E. (2021). Rosemary extract activates AMPK, inhibits mTOR and attenuates the high glucose and high insulin-induced muscle cell insulin resistance. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 46(7), 819–827. https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0592

17. De Oliveira E Silva, A. M., Pereira, R. O., Oliveira, A. K. S., Harris, F. S., de Melo, I. L. P., Almeida-Souza, T. H., Yoshime, L. T., Dos Santos Melo, C., Lopes Dos Santos, J., de Andrade-Wartha, E. R. S., Cogliati, B., Granato, D., & Mancini-Filho, J. (2024). Ameliorative effects of aqueous extract from rosemary on oxidative stress and inflammation pathways caused by a high-fat diet in C57BL/6 mice. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 49(4), 459–472. https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0157
18. Liu, Y., Li, C., Huang, X., Zhang, X., Deng, P., Jiang, G., & Dai, Q. (2022). Dietary rosemary extract modulated gut microbiota and influenced the growth, meat quality, serum biochemistry, antioxidant, and immune capacities of broilers. Frontiers in microbiology, 13, 1024682. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1024682
19. Nieto, G., Ros, G., & Castillo, J. (2018). Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): A review. *Medicines, 5*(3), 98.
20. Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Ćebović, T., Vukmirović, S., & Mikov, M. (2014). Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complementary and Alternative Medicine, 14*, 225.
21. Rodríguez, J. M., Lazalde Ramos, B. P., Galván Valencia, M., & Quirarte Báez, S. M. (2025). Propiedades terapéuticas del romero (*Rosmarinus officinalis* L.) en el manejo de la diabetes mellitus tipo 2, perspectivas metabólicas y clínicas: Una revisión bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(3), 8630–8648.
22. Santana-Gálvez, J., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2017). Chlorogenic acid: Recent advances on its dual role as a food additive and nutraceutical against metabolic syndrome. *Molecules, 22*(3), 358.
23. Vlavcheski, F., Naimi, M., Murphy, B., Hudlicky, T., & Tsiani, E. (2017). Rosmarinic acid increases skeletal muscle cell glucose uptake and activates AMPK. *Molecules, 22*(10), 1669.
24. Volpe, C. M. O., Villar-Delfino, P. H., Dos Anjos, P. M. F., & Nogueira-Machado, J. A. (2018). Cellular death, reactive oxygen species (ROS) and diabetic complications. *Cell Death & Disease, 9*(2), 119.

AMAMANTAR: LO QUE LAS MUJERES CONOCEN, CREEN Y PONEN EN PRÁCTICA. UN ESTUDIO DE CASO

Yubia Monserrath Pérez Hernández, Cristina Almeida Perales, Christian Starlight Franco Trejo

Universidad Autónoma de Zacatecas.
yubiaperezhernandez@gmail.com

RESUMEN

La lactancia materna (LM) es la manera más saludable de alimentar a bebés durante los primeros meses de vida, brinda protección contra enfermedades no transmisibles. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2025) se recomienda sea de manera exclusiva durante los primeros seis meses de vida, sin embargo, millones de madres lactantes no saben hacer frente a barreras que les impiden tener una práctica exitosa. El objetivo es evaluar los conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) sobre LM en mujeres lactantes de una comunidad rural del altiplano potosino. Se realizó un estudio observacional, transversal y descriptivo. Mediante un censo, se consideraron 32 mujeres en etapa de lactancia de la comunidad El Barril Villa de Ramos SLP. Se aplicó un cuestionario que incluyó características sociodemográficas y el instrumento de Vázquez-Delgado (2009) para la medición de CAP en LM. Considere 43 ítems con respuestas dicotómicas. Los datos se procesaron en el SPSS v.25 con estadística descriptiva, porcentajes principalmente. Dentro de los resultados, predominó la edad de las madres de 25-31 años (43.70%), casadas (68,8%), con un hijo (34%), escolaridad secundaria (46,8%) y dedicadas al hogar (87,5%). La medición indicó que 65.6% tenía conocimientos aceptables, 96.9% coincidieron que el niño debe recibir LM cada vez que lo desea, sin embargo, solo 21.1% respondió que la LM exclusiva no debe prolongarse por más de seis meses. En las actitudes, 90.6% resultaron buenas, por ejemplo, 100% refirió que la LM le ahorra tiempo y dinero a la familia, que el bebé debe recibir leche materna desde el momento que nace, pero, 87.5% coincidió que lactar es doloroso y disminuye la frecuencia. Por último, las prácticas se identificaron en el 100% como buenas, aunque ninguna otorgó lactancia materna de manera exclusiva durante los primeros seis meses de vida del menor. Se concluye que se encontraron resultados con niveles favorables de conocimiento, actitudes y prácticas sobre lactancia materna (LM). Se sabe que la práctica de la LM persiste más en zonas rurales que en urbanas. Aun así, es necesario fortalecer el conocimiento sobre sus beneficios para el binomio madre-hijo. Se recomienda impulsar intervenciones educativas desde los servicios de salud y actividades de retribución social en comunidades con acceso limitado a atención sanitaria

INTRODUCCIÓN

LA LM es la forma ideal de alimentar a los menores de dos años de edad y se recomienda que se mantenga durante los primeros seis meses de manera exclusiva, posterior a ello se deberá introducir alimentos sólidos y líquidos como una dieta complementaria, con ello se garantiza un adecuado crecimiento y desarrollo, así como la disminución del riesgo de padecer enfermedades a corto y largo plazo. En México la LM se ve interferida por una serie de barreras sociales, económicas, culturales e individuales; entre ellas destaca la ominosa industria de los sucedáneos, así como el limitado acceso a la información, asesoramiento y apoyo dirigido a las madres, sobre todo de comunidades rurales, donde suele existir escasa promoción institucional de la salud para acompañar y educar durante esta etapa. Esta situación dificulta que las madres puedan hacer frente a circunstancias adversas que comúnmente se presentan durante la LM.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2024), la prevalencia de LME fue de 34.2% en niños menores de seis meses durante el periodo 2021-2023, estas cifras evidencian los desafíos que persisten en la actualidad y que continúan representando un problema de salud pública. Así mismo reflejan lo lejos que nos encontramos de alcanzar algunos de los objetivos de desarrollo sostenible para el año 2030 entre ellos destacan, hambre cero, salud y bienestar y

producción y consumo responsable. Sin embargo, la promoción y el fortalecimiento de intervenciones educativas podría contribuir a mejorar significativamente las prácticas de LM y con ello mejorar las tasas de morbimortalidad del binomio (González-Castell et al., 2024).

TEORÍA

La primera leche materna es el calostro que se produce durante los primeros cuatro días posteriores al parto y constituye la forma más significativa de la leche materna. Aunque se produce en menor cantidad, esta es suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales que el bebé necesita en sus primeros días de vida**.** Contiene una gran cantidad de inmunoglobulinas que protegen al bebé y favorecen la pronta maduración de su sistema inmunológico. Así mismo se caracteriza por tener un volumen más denso y un color amarillento, además, si se ofrece constantemente la producción será mayor y por ende no habrá necesidad de incluir fórmulas comerciales. (Maldonado- Cruz, 2023).

La leche de transición es producida terminada la etapa del calostro que va desde el cuarto hasta el día diez después del nacimiemiento del lactante, su consistencia es más liquida y blanquecina; su contenido de grasas, lactosa y vitaminas hidrosolubles es mayor comparado con el calostro. Por otro lado, se presenta una menor cantidad de proteínas , inmunoglobulinas y vitaminas liposolubles, su volumen de producción osila ente 600 y 750 ml/día aunque esto en ocaciones se vea interferido por algunas otros factores (Calixto-González et al., 2011).

En cambio la leche madura empieza a producirse despues del día 15 posterior al parto y puede alargarse hasta los 6 meses o más, dentro de sus componentes se incluyen vitaminas, minerales, proteínas, grasas, hidratos de carbono y agua los cuales otorgan al bebé los requerimientos necesarios para matener un equilibro electrolítico. Las grasas presentes proporcionan una fuente de energia fundamental debido a que son aproximadamente el 50 y 60% del total de las calorías (Álvarez de Acosta et al., 2013).

El conocimiento sobre la LM abarca una serie de conceptos y procesos que toda mujer debe tomar en cuenta para sentirse capaz, segura y hacer frente a las situaciones que implican el desarrollo de sus actitudes y prácticas. Esto, además contribuye a eliminar barreras que dificultan su práctica y que limita el derecho de todos los niños y las niñas a una alimentación equilibrada, variada que garantice su salud al nacer. Así mismo, la universalidad se basa en el derecho que todas las madres y todos los menores tienen de disfrutar de los beneficios de este proceso y con ello que se establezca la decisión de amamantar o no siempre y cuando esta sea respaldada de información, acompañamiento y en las mejores condiciones posibles (De la Teja-Ángeles, 2024)

Los conocimientos en LM se han identificado como un fenómeno biocultural en el que cada grupo, etnia y persona ha creado sus propios significados, otorgándole valor a su vidas y a su propia salud. No obstante, es de suma importancia estandarizar tanto en mujeres como en hombres los conocimientos en LM con información confiable, segura y oportuna (Flores-España, 2023), los cuales son clave para el desarrollo de las actitudes en LM. Las actitudes representan la forma y la disposición de las personas para enfrentarse a distintas situaciones que acontecen en la vida diaria. Se ven representadas en la manera de pensar, sentir, creer y actuar de acuerdo a las experiencias y percepciones que acumuladas. Las actitudes de las madres hacia la LM pueden ser positivas o negativas y dependen en gran medida de las dificultades que se manifiestan. Algunos de estos aspectos relacionados son, el cansancio, situaciones laborales, dolor, la autoeficacia, percepción de insuficiente producción de leche y el amamantamiento en lugares públicos (Muñoz-Alba., 2023).

Como reflejo de los conocimientos y actitudes se tienen las prácticas. En relación a la LM, las prácticas son esenciales para llevar a cabo un proceso exitoso, por lo que es necesario implementar algunos de los principios básicos como es el caso de proporcionar un buen agarre para facilitar la transferencia de leche y por ende, el vaciamiento del pecho de la madre. Desde el momento del nacimiento, el bebé desarrolla el instinto nato de chupar y succionar el pecho de la madre, sin

embargo, una mala práctica pueden ser factor determinante para limitar el proceso (Podar et al., 2024).

PARTE EXPERIMENTAL

Estudio cuasiexperimental, observacional, transversal y descriptivo. Se consideró un diseño muestral por censo y la selección de las madres fue mediante bola de nieve. Participaron 32 mujeres en etapa de LM residentes de una comunidad rural del altiplano potosino. Al iniciar la recolección de los datos, se les otorgó un consentimiento informado, el cual fue avalado por el comité de ética del Hospital General de Zacatecas con folio 002-205-03153. Se aplicó un cuestionario para la obtención de datos sociodemográficos, entre ellos lugar de procedencia, años cumplidos, número de hijos, grado de instrucción, estado civil y ocupación, además de un instrumento de 43 ítems relacionados con conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) en LM, validado por Vázquez-Delgado (2009), con alfa de Cronbach de 0.71. Para la evaluación de los CAP, se consideraron los siguientes puntajes:

a) Conocimiento: escaso, 0 a 5 aciertos; aceptable, 6 a 11 y bueno; 12 a 15.
b) Actitud: mala; 0 a 9 aciertos; buena, 10 a 18.
c) Práctica: mala, 0 a 2 aciertos, regular, 3 a 5; buena, 6 a 9.
Los datos obtenidos fueron capturados en SPSS v.25 para su análisis por medio de frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS

La mayoría de las mujeres tenían un hijo, la edad mínima fue de 18 años y la máxima de 38, aunque 43.7% de ellas se concentró en el rango de 25 y 31 años. Predominó el grado de escolaridad secundaria con 46.9%, así mismo, dos tercios de las mujeres estaban casadas y una cuarta parte se encontraban en unión libre. La ocupación que destacó fue de ama de casa.

	Frecuencia	%
Edad		
18-24	12	37.5%
25-31	14	43.7%
32-38	6	18.7%
Número de hijos		
1	11	34.0%
2	10	31.3%
3	10	31.3%
4	1	3.1%
Escolaridad		
Superior	10	31.3%
Secundaria	15	46.8%
Primaria	6	18.8%
Ninguno	1	3.1%
Estado civil		
Casada	22	68.8%
Unión libre	8	25.0%
Soltera	2	6.3%

Ocupación		
Ama de casa	28	87.50%
Oficio	1	3.10%
Obrera/ empleada	1	3.10%
Profesional	2	6.30%

Tabla 2 Características sociodemográficas de las madres

Respecto a los conocimientos, actitudes y prácticas de LM, un dato importante fue que predominaron los conocimientos aceptables en el 65.6% de las mujeres. Entre las nociones evaluadas, se identificó que 96.9% de las participantes coincidieron en que el niño debe recibir LM cada vez que lo desee; sin embargo, únicamente el 21.1% respondió correctamente que la LM exclusiva no debe prolongarse más allá de los seis meses, ya que, a partir de esa edad, la leche materna por sí sola ya no cubre completamente los requerimientos nutricionales del lactante, por lo que es necesario iniciar de manera progresiva la alimentación complementaria. Aunado a ello el 84.3% respondió correctamente que la succión por parte del niño estimula la secreción del pecho de la madre.

En relación con las actitudes, 90.6% calificó como buenas. El 100% de las participantes refirió que la LM le ahorra tiempo y dinero a la familia y que el bebé debe recibir leche materna desde el momento que nace. Sin embargo, 87.5% coincidió que dar de mamar al bebé es doloroso y esto disminuye la frecuencia de las tomas. En cuanto a las prácticas, no se identificó ninguna madre con prácticas malas o regulares, ya que el 100% presentó prácticas buenas. Incluso, una de las preguntas con mayor porcentaje de error fue relacionada con si alimentaban a su bebé cada tres horas, donde 43.7% respondieron afirmativamente (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

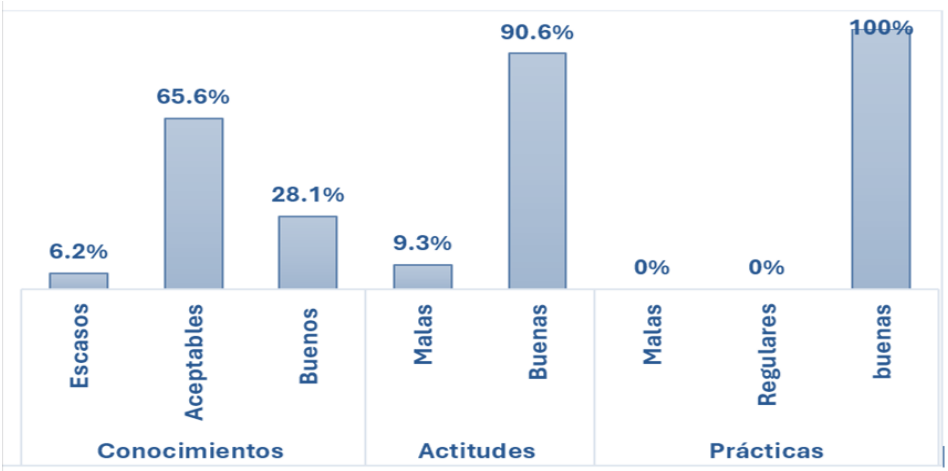


Figura 3 Conocimientos, actitudes y prácticas de LM a partir de cuestionario aplicado

CONCLUSIONES

Históricamente, la tasa de LM en zona rural se ha reportado mayor que en la zona urbana. Los resultados de esta investigación fueron favorables en cuanto a los conocimientos, actitudes y prácticas en lactancia materna, empero, se pudo identificar entre las madres la existencia de dudas en cuanto a la duración, beneficios que representa la LM para el binomio. Por lo tanto, se hace especial énfasis en la implementación de programas intervención educativa que resuelvan inquietudes que suelen tenerse durante esta etapa.

BIBLIOGRAFÍA

1. L. D. González-Castell, M. Unar-Munguía, A. Bonvecchio-Arenas, M. Rivera-Pasquel, A. L. Lozada-Tequeanes, C. L. Ramírez-Silva, I. J. Álvarez- Peña, F. Cobo-Armijo, J. A Rivera-Dommarco. Lactancia materna. Salud Publica Mex. Vol. 66, 4, 2024, pp. 500-510
2. M. J. Maldonado-Cruz, "El calostro y la nutrición prenatal en el desarrollo humano", Cienciamatria, Vol. 9, 2, 2023, pp. 313-323.
3. R. Calixto-González, M. A. González-Jiménez, P. Bouchan-Valencia, L. Y. Paredes-Vivas, S. Vázquez-Rodríguez, A. Cérbulo-Vázquez**,** "Importancia clínica de la leche materna y transferencia de células inmunológicas al neonato", Perinatol. Reprod. Hum., Vol. 25, 2, 2011, pp. 109-114
4. T. Álvarez de Acosta, I. Cluet de Rodríguez, M. Rossell Pineda, E. Valbuena, E. Ugueto, L. Acosta, "Macronutrientes en la leche madura de madres adolescentes y adultas", Arch Latinoam Nutr. Vol. 63, 1, 2013, pp. 21-26.
5. E. De la Teja Ángeles, "Lactancia materna como un derecho humano fundamental". *Acta Pediatr Méx*.Vol. 45, 3, 2024 pp.13-19**.**
6. X. C. Flores España "La lactancia materna en protección de cáncer de mama". *LATAM Rev Latinoam Cienc Soc Humanid*., Vol 4, 1, 2023, pp 4536-4541
7. E. Muñoz Alba. "Actitud hacia las dificultades asociadas a la lactancia materna". *Rev Lact Materna*., Vol 1, 1, 2023, pp. 1-15.
8. R. del P. Vásquez Delgado, "Conocimiento, actitudes y prácticas en lactancia materna de las madres que acuden al Centro de Salud San Luis – 2009", Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2012.
9. O. D. Podar, S. Ágreda Gutiérrez, S. Benedí Forcén, M. Blas Sánchez, S. Fuentes Carabantes, M. J. Jarabo Carcas. Agarre correcto del pecho durante la lactancia. Rev Sanit Investig. Vol. 5, 11,2024

PRESENCIA DE *Staphylococcus Aureus* MULTIRRESISTENTE, AISLADO EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA VENOSA CRÓNICA

Rodrigo Diaz Balcazar, Patricia Yazmín Figueroa Chávez

[1]Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Químico Farmacobiología.
rodrigo.diaz@umich.mx

RESUMEN

La insuficiencia venosa crónica (IVC), cuya prevalencia a nivel mundial se estima entre el 25-50% principalmente en los países de occidente, en México las cifras indican que el 68.7% de la población presenta signos de este padecimiento, de los cuales prevalece en mujeres en un 76.3% y cuyo promedio de edad oscila en promedio de diagnóstico entre los 44.7%, convirtiéndose así en un problema de salud pública bastante severo. El padecimiento es progresivo, comienza con una gran variedad de síntomas, estos pueden ser leves en un inicio y graves cuando existe una complicación más severa, los principales síntomas y signos son: la inflamación, comezón, dolor, sensación de pesadez y calambres en las extremidades inferiores. Existen diferentes tipos de microorganismos que oportunamente aprovechan la situación para colonizar, multiplicarse y ocasionar un proceso infectivo, entre ellos se destaca al *Staphylococcus aureus*, colonizador muy frecuente en este tipo de lesiones, que dentro de sus factores de virulencia presenta la capacidad de formar biopelículas (biofilm), que le va a permitir subsistir y resistir la terapia antimicrobiana, provocando a su vez la lenta o nula cicatrizando del proceso ulcerativo y predisponer la presencia de otros agentes infecciosos agravando aún más la salud del paciente. En el presente trabajo se determinará la prevalencia y multirresistencia que posee el *Staphylococcus aureus* aislado de pacientes con IVC asociados con procesos ulcerativos, para una mejor elección de la terapia antimicrobiana. El estudio es de tipo transversal descriptivo, la toma de muestra de todos los pacientes fue recolectada por personas especializadas en el área. Una vez recolectadas se procedió a realizar su recuperación microbiológica mediante la utilización de diferentes medios como gelosa sangre (GS), y agar sal y manitol (ASM), después de 24 hrs., se identificó mediante pruebas sencillas al microorganismo de interés que presentó una prevalencia del 15.7 %, un 66.6% de resistencia hacia Azitromicina, Fosfomicina y Clindamicina y una susceptibilidad intermedia del 33.3% hacia Norfloxacino. La prevalencia de *Staphylococcus aureus* en pacientes con IVC con procesos ulcerativos es de gran importancia, sus factores de virulencia agravan las lesiones generadas y la recuperación es demasiado lenta y si a todo esto le sumamos su capacidad de resistir a los antibióticos convencionales que han sido utilizados como de elección, doblemente lo complica, su presencia explica rotundamente el por qué, los antimicrobianos convencionales llegan a fracasar.

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia venosa crónica (IVC), se estima una prevalencia a nivel mundial entre el 25-50%. En México aproximadamente, el 68.7% de la población presenta signos de este padecimiento, de los cuales prevalece en mujeres en un 76.3% y un 20% en hombres, el promedio de edad oscila en promedio de edad entre los 25 y 44 años de edad, convirtiéndose así en un problema de salud pública. [8,1]. El padecimiento es lento pero progresivo, con una variedad de síntomas que pueden ser leves como comezón, ligera inflamación, que luego de un tiempo se comienza a complicar, provocando comezón incontrolable que, por lo agresivo en la forma de rascarse, se provoca lesión en la pie y aunado a esto hay pesadez, mucho dolor y desarrollo de lesiones ulcerativas. Aunque el desarrollo ulcerativo tiene distintas etiologías como: bacterianas, parasitarias, autoinmunitarias, la mayoría son ocasionadas por eventos vasculares, de frecuencia, los venosos y arteriales [6]. Los eventos venosos que son los más frecuentes y que desencadena el desarrollo de úlceras flebostáticas su origen se debe a dos procesos principales, generación de várices primarias (úlceras

varicosas) y enfermedad posflebítica que es secundaria a una trombosis venosa profunda (TVP) que también pueden aparecer de manera secundaria a traumatismos [8,6,3].

Existen diferentes tipos de microorganismos que oportunamente aprovechan la situación para colonizar, multiplicarse y ocasionar un proceso infectivo, entre ellos se destaca al *Staphylococcus aureus*, colonizador muy frecuente en este tipo de lesiones, que dentro de sus factores de virulencia presenta la capacidad de formar biopelículas (biofilm), que le va a permitir subsistir y resistir la terapia antimicrobiana, provocando a su vez la lenta o nula cicatrizando del proceso ulcerativo y predisponer la presencia de otros agentes infecciosos agravando aún más la salud del paciente. En el presente trabajo se determinará la prevalencia y multirresistencia que posee el *Staphylococcus aureus* aislado de pacientes con IVC asociados con procesos ulcerativos, para una mejor elección de la terapia antimicrobiana [1,5,6].

TEORÍA

La Insuficiencia venosa crónica (IVC), es una condición patológica, que se caracteriza por la incapacidad de las venas de las extremidades inferiores para retornar el fluido sanguíneo al corazón, generando hipertensión venosa y a su vez alteraciones estructurales en piel por deficiencia en la oxigenación, es una afectación progresiva que genera una sintomatología muy característica como la sensación de pesadez, inflamación y comezón que llega a ocasionar una ligera lesión y al mismo tiempo una vía de entrada de microorganismos, formándose así, un consorcio ecológico de diferentes tipos de diminutos seres. En ese microambiente todos los miembros se protegen y se multiplican debido a que hay una pérdida cutánea protectora, presencia de necrosis y generación de secreción rico en nutrientes y una respuesta inmunológica deficiente por la disminución de oxígeno tisular, que culminará con el desarrollo de una lesión ulcerativa [2,3,4].

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram positiva que posee una morfología microscópica en forma de pequeños cocos agrupados en racimos. Macroscópicamente en medios convencionales para su recuperación expresa colonias pigmentadas que van desde un color blanco hasta un amarillo (dorado). El género tiene aproximadamente 45 especies. Las cuatro especies de mayor relevancia, encontradas con mayor frecuencia son: *Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus lugdunensis* y *Staphylococcus saprophyticus* [1,10,8,5].

Este microorganismo, aunque es considerado microbiota comensal en los humanos, se localiza en piel, faringe y tracto digestivo, pero puede desencadenar procesos infecciosos asociados a hospitalizaciones, afectando directamente la piel, tejidos blandos, huesos y heridas expuestas [9,10] . Esa habilidad infectiva es multifactorial que no depende sólo de una actividad por una toxina, sino de todo un conjunto de componentes antigénicos estructurales, proteicos y enzimáticos. Dentro de los componentes estructurales se destaca la cápsula, que le confiere además de protección, la capacidad de no poder ser fagocitado por células de respuesta inmediata como los macrófagos y neutrófilos [6,7,10].

Posee además la capacidad de generar biofilm (biopelícula) que le va a permitir adherirse a tejidos y cuerpos extraños en el huésped como catéteres o prótesis, formar consorcios con otras bacterias y protegerlas contra la acción de los antibióticos. Los componentes estructurales de su pared como es el peptidoglicano y los ácidos teicoicos activan una respuesta inflamatoria y acción del complemento mediando así la adherencia a las mucosas. Otro factor importante de evasión de la respuesta inmune del huésped es la proteína A, que se va a unir al sitio Fc de la inmunoglobulina G cambiando así la orientación de unión del anticuerpo, provocando que no lleve a cabo la opsonización y por lo tanto los neutrófilos no podrán reconocer a la bacteria y no realizarán la fagocitosis [8,9,10].

Presenta a su vez una gran cantidad de actividades oxigénicas y enzimáticas entre las cuales se destacan, citotoxinas (α,β,γ,δ) que provocan destrucción tisular y citólisis de neutrófilos, eritrocitos, leucocitos, plaquetas y fibroblastos. Toxinas Exfoliativas tipo ETA y ETB proteasas que rompen puentes intercelulares del estrato granuloso de la piel provocando el desprendimiento de la piel

generando así el Síndrome de la piel escaldada, caracterizada por formación de ámpulas, con descamación generalizada. La enterotoxina B, es una exotoxina responsable de intoxicaciones alimentarias en humanos es termoestable, resiste el calentamiento, provoca cuadros de gastroenteritis de manera rápida y por último la producción de la toxina TSST-1, que origina el síndrome de shock tóxico, actúa sobre el sistema vascular, liberando citocinas y linfocitos T, provocando inflamación, fiebre y shock [7,10]. Las actividades enzimáticas que posee y realiza con gran facilidad, se reconocen las siguientes: coagulasa con esta enzima el microorganismo transforma el fibrinógeno a fibrina, formando así un coágulo donde se protegerá y evadirá la respuesta inmune mediada por células fagocitarias. Catalasa con el auxilio de esta enzima, desdoblará al peróxido de hidrógeno que generan los neutrófilos evitando así la lisis por estrés oxidativo. Hialuronidasa esta enzima actuará de manera directa en la piel y específicamente sobre el tejido conectivo que es rico en ácido hialurónico, lo hidroliza, ocasionando su diseminación entre el tejido. DNAsa, provoca la degradación de los lípidos de la piel y el DNA de los neutrófilos [1,9,10].

El *Staphylococcus aureus* representa uno de los grandes retos clínicos, sobre todo si se presenta en casos de Insuficiencia venosa crónica que evolucionan a generar procesos ulcerativos venosos crónicos en extremidades inferiores. Hoy se sabe que puede aparecer como microbiota habitual en diferentes sitios anatómicos como piel, faringe y tracto digestivo, sin embargo, también se presenta como patógeno oportunista que ha generado evolutivamente una gran capacidad para tolerar y resistir tratamientos con antibióticos [7,9,10].

En la década de los años 90's por primera vez se comienza hablar de los primeros mecanismos de resistencia encontrados en personas sanas, denominado *Staphylococcus aureus* resiste a meticilina (MRSA), justo en el año 2000 se identifican como cepas distintas genéticamente comparadas con las recuperadas en los hospitales, uno de los mecanismos más estudiados es la detección del mecA, este gen modifica la proteína de unión a los antibióticos penicilínicos denominado (PBP) biotransformándose en otras proteínas que impiden la unión, llamadas PBP2a, PBP2' (Proteínas de Unión a la Penicilina 2a, 2'), es de esta forma que los antibióticos betalactámicos como las penicilinas y celafosporinas ya que no podrán anclarse, ocasionando que la acción del antibiótico se anule y se genere una infección más grave [1]. El siguiente mecanismo de resistencia bastante elaborado por esta bacteria es la síntesis de una exoenzima, conocida como betalactamasa de espectro extendido (BLEE), esta enzima se encuentra almacenada en el espacio periplásmico de la estructura celular microbiana y es liberada cuando la bacteria por distintos taxismos detecta una condición adversa y libera la enzima que va a romper directamente y específicamente la estructura del antibiótico por el anillo betalactámico inactivando así la estructura. Otro mecanismo de resistencia bastante estudiado es la síntesis de la bomba de eflujo activas en las cepas caracterizadas por los genes NorA, NorB, Tet38 y las QacA/B adquiridas por transferencia genética, estas estructuras proteicas tienen la capacidad de reconocer a los antibióticos tetraciclínicos y fluoroquinolonas que una vez que logran entrar al interior de la célula bacteriana, los expulsa al exterior como si fuese una verdadera aspiradora, impidiendo así que logren llegar al sitio de acción [1,7,12].

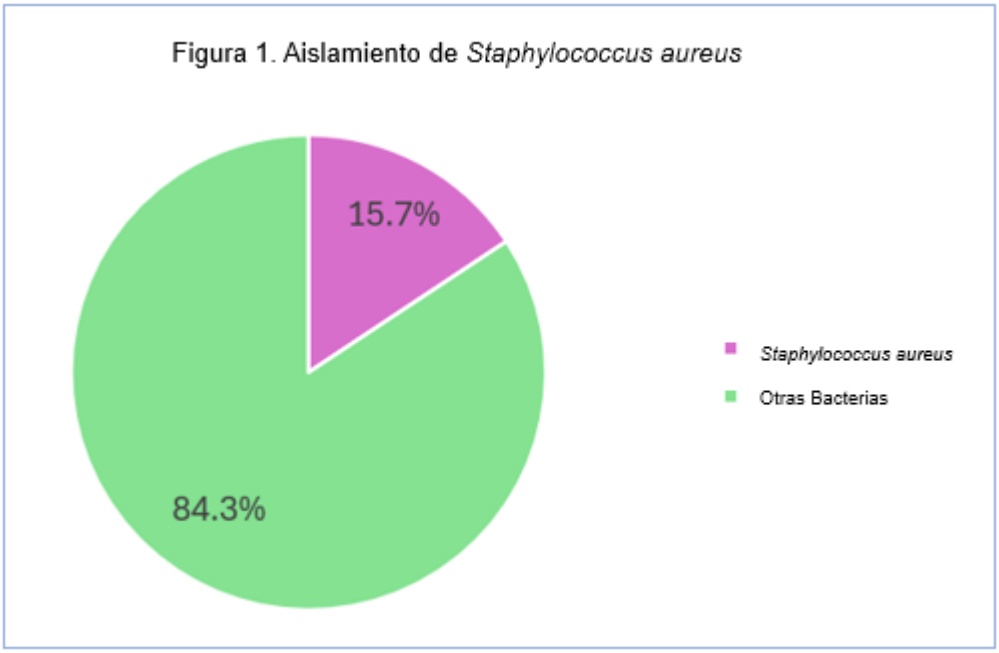
PARTE EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se determinará la prevalencia y multirresistencia que posee el *Staphylococcus aureus* aislado de pacientes con IVC asociados con procesos ulcerativos, para una mejor elección de la terapia antimicrobiana. El estudio es de tipo transversal descriptivo, la toma de muestra de todos los pacientes fue recolectada por personas especializadas en el área, con previo consentimiento informado sobre la utilización de los datos. El total de las muestras recolectadas fueron 51, las cuales se sembraron para su recuperación microbiana, en diferentes medios como gelosa sangre (GS), y agar sal y manitol (ASM), luego de un periodo de incubación de 24 h., se analizaron todas las placas donde se obtuvo crecimiento, e inmediatamente se aplicaron pruebas sencillas como catalasa, coagulasa y DNAsa para la identidad de género y especie del microorganismo de interés. Una vez identificado al microorganismo por género y especie, se practicó el antibiograma, la elección de los antibióticos para dicha técnica se basó en total apego a la normativa que rige el CLSI (Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio). Luego del periodo de

incubación (24 h, 35º C) se procedió a realizar el reporte midiendo los halos de inhibición de cada uno de los antibióticos seleccionados, una vez tomada la medición los resultados obtenidos se compararon con las tablas estandarizadas del manual del CLSI, reportándose así de manera cualitativa los valores de resistencia, susceptibilidad e intermedio, respectivamente.

RESULTADOS

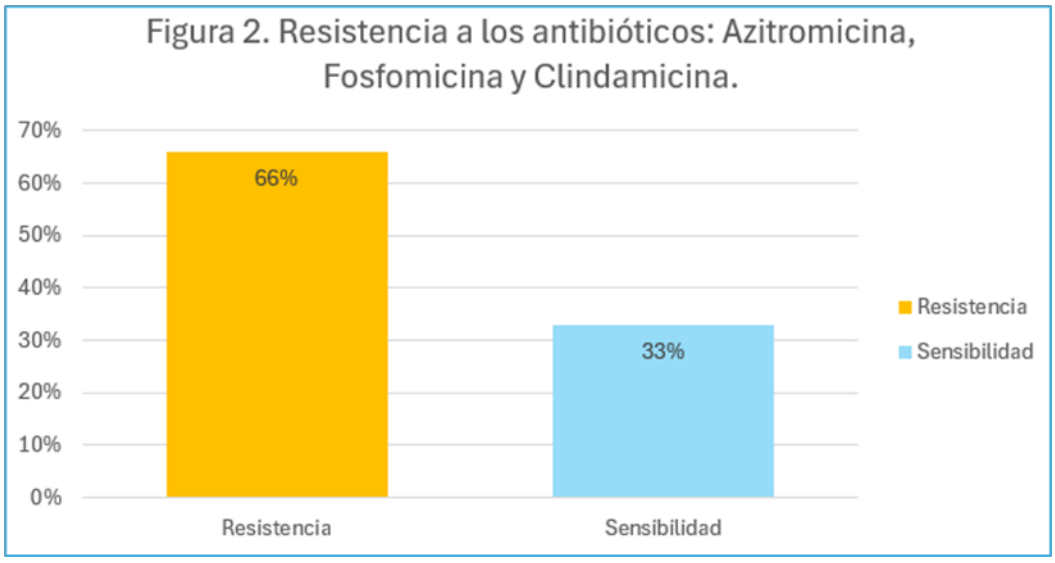
Transcurridas las 24 horas del primo aislamiento, se identificaron colonias sugestivas para *Staphylococcus aureus*, posteriormente se realizaron las pruebas para su identidad, en la figura 1, se muestra el porcentaje de frecuencia de recuperación en los cultivos en un 15.7% y un 84.3% aislamiento de otro tipo de bacterias.



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio.

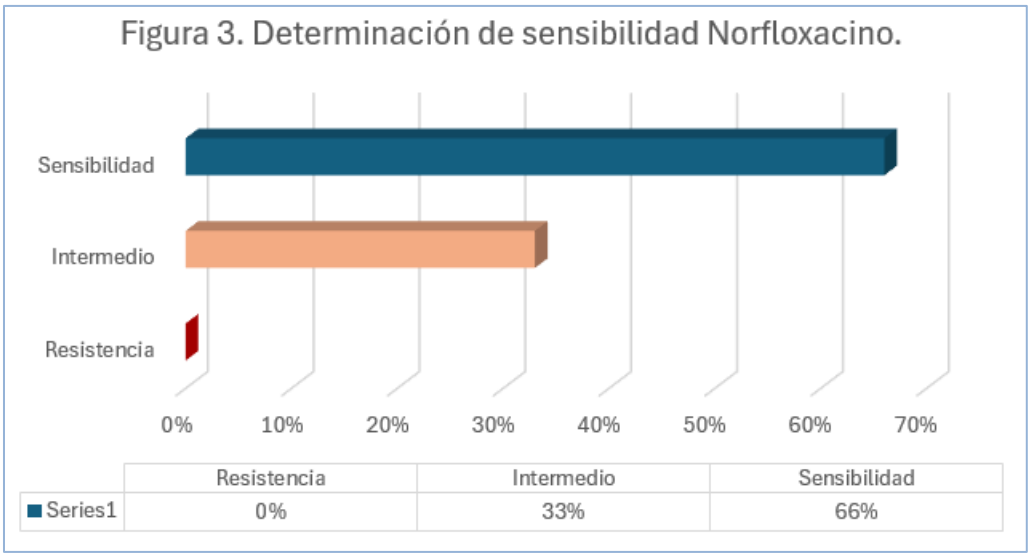
Por lo tanto, la prevalencia de aislamiento de Staphylococcus aureus en las muestras analizadas es del 15.7%, indicando que, de cada 100 muestras analizadas, es posible encontrarlo en 15 muestras analizadas.

En las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana se observó resistencia a Fosfomicina, Azitromicina y Clindamicina. Al momento de realizar las pruebas de susceptibilidad a los antibióticos como Azitromicina, fosfomicina y clindamicina, en la figura 2, se muestra que un 66.6% presenta resistencia y solo el 33% sensibilidad.



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio.

Para el caso del antibiótico Norfloxacino, como se observa en la figura 3, se evidencia más sensibilidad, sin embargo, el 33% de resultados intermedios resulta preocupante, puesto que en muchas ocasiones los intermedios terminan en resistencias.



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio

CONCLUSIONES

La prevalencia de *Staphylococcus aureus* en pacientes con IVC con procesos ulcerativos es de gran importancia y a su vez un desafío en la terapia antimicrobiana, su arsenal de factores de virulencia, que comienza desde su estructura, así como toxinas, enzimas etc., hacen a ese microorganismo casi invencible. Los pacientes con insuficiencia venosa crónica, que han desarrollado procesos ulcerativos, han estado expuestos a muchos tratamientos con antibióticos de manera frecuente

repetitiva y de manera empírica, con éstas condicionantes y la fortaleza que tiene esta bacteria de un momento a otro generó una respuesta o mecanismo de resistencia, mediada por genes los genes (mecA o vanA*)* generando así los *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (MRSA) que le va a conferir resistencia a los antibióticos β-lactámicos, clindamicina y trimetroprim/sulfametoxazol. Todo esto lamentablemente es una consecuencia de un estado crónico infectivo y un abuso indiscriminado de terapias antimicrobianas mal aplicadas y una recuperación casi nula, que genera un problema mayor. Resulta de vital importancia diseñar un protocolo eficaz basado en estrategias terapéuticas que resulten efectivas, esto evitaría los fracasos en los tratamientos y se detendrían las evoluciones a complicaciones graves como sepsis y osteomielitis que culminen con una amputación. Al mismo tiempo se pudiera contribuir para aminorar un poco la resistencia antimicrobiana.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castañeda Méndez PF., Hernández Juarez D, Muñoz López M, Soto Ramírez LE. Frecuencia de infecciones por S. aureus en pacientes hospitalizados en un hospital privado de tercer nivel de la Ciudad de México. Revista Médica MD. 2018 Mayo - Julio; 9(4).
2. Stephanie Barbeito Maitane Barrera, Katherine Lancianese, Cristina Matheus, Michelle Merheb, Cristin Wehbe,Marcel Marcano. Úlceras Crónicas: modelo de integración entre patología vascular,inmunológica e infecciosa. Vitae Academia Biomédica Digital. 2011 Julio-Septiembre; 47.
3. Omar Edmundo Tavizón Ramos, Lourdes Alonzo Romero Pareyón. Algunos aspectos Clínico patológicos de la úlcera de pierna. Dermatología Revista Mexicana. 2010 marzo-abril; 53(2).
4. Jorge Ortiz Balbuena, Rodrigo García Madero, Teresa Segovia Gómez, Miriea Cantero Caballero, Isabel Sanchez Romero, Antonio Ramos Marinez. Microbiología de las infecciones de úlceras por presión y de origen vascular. Revista Española de Geriatria y Gerontología, Elsevier. 2015 January - February; 50(1): p. 5-8.
5. Camilo Eduardo Lozano Bretón, Efraín Augusto Ramirez Barakat, Bernarda Cuadrado Cano. Caracterización epidemiológica y microbiológica, mediante cultivo de biopsia, de los casos de úlceras venosas sobreinfectadas en el Hospital Universitario del Caribe. Revista Ciencias Biomédicas. 2020 Junio; 9(2): p. 76-91.
6. Sánchez Ramírez Lauren, Pérez Leonard Damaris, Álvarez López Adanay, Chirino Díaz Lázaro, Rodríguez Villalonga Luis Enríquez. Gérmenes bacterianos aislados con frecuencia en úlceras flebostáticas de pacientes ingresados. Revista Cubana de Angiología y Cirugía Vascular versión On-line ISSN 1682-0037. 20121 Abril; 22(1).
7. Zunilda Leticia Bello Fernández Yacel Pacheco Perez, Pedro Enrique Castillo Pompa Juan Nuñez Chacón,Yaquelin Cozme Rojas. Resistencia antimicrobiana en pacientes de la comunidad Antimicrobial resistance in community patients. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta ISSN 1029-3027 | RNPS 1824. 2019 Julio - Agosto; 44(4).
8. Lucía García Alcalde, José Aurelio Serralde Aguayo, Alejandro Pontón Cortina. Estudio de la insuficiencia venosa crónica. 2024 Noviembre-Diciembre: p. 256-266.
9. Oganización Panamericana de la Salud (OPS) Organización Mundial de la Salud (OMS). Región de las Americas. Patógenos multirresistentes que son prioritarios para la OMS; 2021
10. Patricia M. Tille PM. Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology. 13th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby; 2014.
11. Víctor Silva, Alicia Marcoleta, Viviana Silva, Dángelo Flores, Teresa Aparicio, Isabel Aburto, Cecilia Latrach, Naldy Febré. Prevalencia y perfil de susceptibilidad antimicrobiana en bacterias aisladas de úlceras crónicas infectadas en adultos. Revista chilena de infectología. 2018 Abril; 35(2)
12. Aguayo Reyes Alejandro, Quezada Aguiluz Mario, Mella Sergio, Riedel Gisela, Opazo-Capurro Andrés, Bello Toledo Helia et al . Bases moleculares de la resistencia a meticilina en Staphylococcus

aureus.http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071610182018000100007&lng=es. http://dx.doi.org/104067/s0716-10182018000100007

FACTORES DETERMINANTES DE RIESGO A TUBERCULOSIS LATENTE EN ENTORNOS MINEROS DE ZACATECAS

Edith González Domínguez[1], Dellanira Ruiz de Chávez Ramírez, [2] Pascual Gerardo García Zamora [2] y Carolina Díaz Flores[2]

[1]Universidad Autónoma de Zacatecas, [2]Universidad Autónoma de Zacatecas
3dith.gonz@gmail.com

RESUMEN

La tuberculosis (TB) continúa siendo una de las principales causas de morbimortalidad por enfermedades infecciosas a nivel mundial. La tuberculosis latente (TBL) constituye un importante problema de salud pública debido a que representa el principal reservorio para el desarrollo futuro de casos de tuberculosis activa. Los trabajadores de la minería son considerados una población vulnerable debido a la exposición continua a polvo de sílice, condiciones laborales específicas, movilidad geográfica y diversos determinantes sociales que pueden incrementar el riesgo de infección. El objetivo de este estudio fue determinar el nivel de riesgo a tuberculosis latente y analizar los factores determinantes asociados en trabajadores de una empresa minera del estado de Zacatecas. Se realizó un estudio observacional, analítico y transversal en una empresa minera privada de Zacatecas. El universo estuvo constituido por 370 trabajadores activos, obteniéndose una muestra final de 351 participantes que cumplieron con los criterios de inclusión. Se aplicó un cuestionario estructurado que evaluó características sociodemográficas, determinantes sociales de la salud, antecedentes laborales, factores de riesgo para tuberculosis latente, comorbilidades médicas y antecedentes personales. El análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva y prueba de Chi cuadrada para determinar asociaciones entre variables, considerando significancia estadística con un valor de $p < 0.05$.

Los resultados mostraron una población predominantemente masculina (86.0%), con mayor frecuencia en el grupo de edad de 30 a 39 años (43.6%), con pareja (71.5%) y nivel socioeconómico medio bajo (45.6%). Respecto a los determinantes sociales predominó la escolaridad básica (54.1%), afiliación a servicios de salud institucionales (99.4%), ausencia de hacinamiento (90.3%) y un índice de rezago social muy bajo (95.7%). En relación con los antecedentes laborales, el 61.5% tenía menos de cinco años de antigüedad en minería y el 48.7% había trabajado previamente en otra mina. Entre los factores de riesgo identificados destacaron la migración fuera del estado (31.9%), convivencia con grupos vulnerables para tuberculosis, consumo de alcohol (83.5%), tabaquismo (53.8%) y presencia de síntomas compatibles con tuberculosis en el 10.8% de los participantes. El nivel de riesgo predominante fue moderado (44.7%), seguido de bajo (32.2%), alto (17.9%) y sin riesgo (5.1%).

Se encontró asociación estadísticamente significativa entre el nivel de riesgo y las variables sexo ($p=0.044$), estado civil ($p=0.022$) y antecedente de haber trabajado en otra mina ($p=0.035$).
Se concluye que los trabajadores mineros constituyen una población vulnerable para tuberculosis latente debido a la interacción de factores ocupacionales, sociales y conductuales. la movilidad laboral, las toxicomanías y determinadas características sociodemográficas mostraron una influencia significativa sobre el riesgo de infección. Estos hallazgos respaldan la necesidad de fortalecer las estrategias de vigilancia epidemiológica, educación para la salud, detección temprana y prevención de tuberculosis en los entornos mineros, con intervenciones dirigidas tanto a los trabajadores como a sus familias y comunidades.

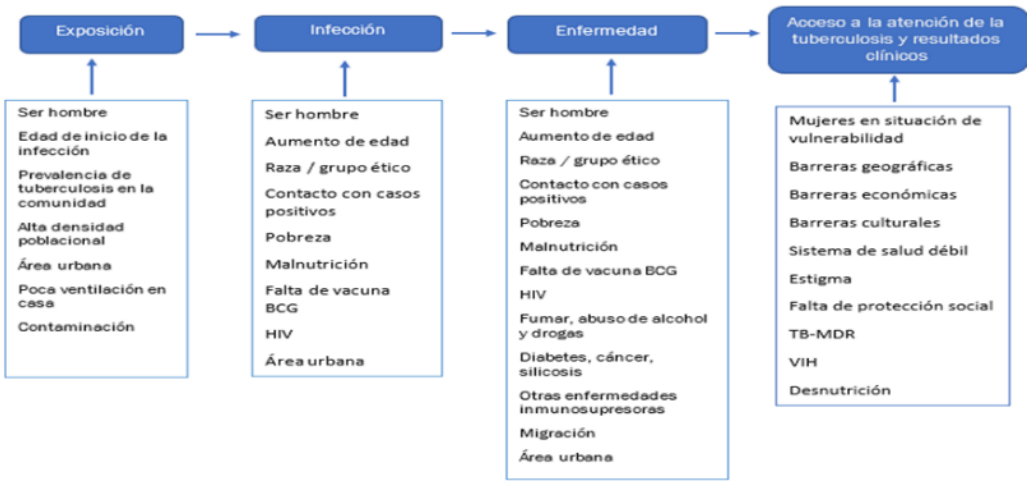
Palabras clave: tuberculosis latente, minería, trabajadores mineros, determinantes sociales de la salud, factores de riesgo, salud ocupacional.

INTRODUCCIÓN

La tuberculosis (TB) continúa siendo una de las enfermedades infecciosas con mayor impacto en la salud pública mundial. A pesar de los avances científicos en diagnóstico, prevención y tratamiento, sigue representando una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, especialmente en poblaciones vulnerables. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) estima que aproximadamente una cuarta parte de la población mundial presenta infección por Mycobacterium tuberculosis en forma latente, constituyendo el principal reservorio para el desarrollo de futuros casos de tuberculosis activa. Esta situación representa un desafío importante para los sistemas de salud debido a que la mayoría de las personas con tuberculosis latente permanecen asintomáticas y desconocen su condición, favoreciendo la persistencia de la enfermedad en las comunidades.

TEORÍA

La tuberculosis no solamente es una enfermedad biológica, sino también una enfermedad estrechamente relacionada con los determinantes sociales de la salud. Factores como la pobreza, la desnutrición, las condiciones inadecuadas de vivienda, el hacinamiento, la limitada accesibilidad a los servicios de salud, la migración, las adicciones y las desigualdades sociales influyen significativamente en la transmisión, desarrollo y control de la enfermedad (Hargreaves, 2011).
Factores de riesgo para diferentes etapas de la patogénesis y epidemiología de la tuberculosis



Fuente: Tomado de (Hargreaves et al 2011).

Estos factores favorecen el retraso diagnóstico, la baja adherencia a los tratamientos y una mayor vulnerabilidad para desarrollar formas activas de la enfermedad. Dentro de las poblaciones consideradas de alto riesgo se encuentran los trabajadores de la minería. Esta actividad económica representa uno de los sectores laborales con mayor exposición a riesgos ocupacionales debido a las características propias del ambiente de trabajo. Los mineros se encuentran expuestos de manera constante a polvo mineral, principalmente sílice, además de laborar en espacios cerrados, con ventilación limitada y condiciones que favorecen la transmisión de enfermedades respiratorias. La exposición prolongada al polvo de sílice se ha asociado con alteraciones pulmonares que incrementan la susceptibilidad a infecciones respiratorias, particularmente tuberculosis (Vearrier & Greenberg, 2011). A ello se suman otros factores sociales relacionados con la actividad minera, como la movilidad laboral constante, la migración, la separación familiar prolongada, el consumo de alcohol y tabaco, así como la convivencia temporal en campamentos laborales (Stop TB Partnership & International Labour Organization, 2020). En México, la minería representa uno de los sectores económicos más importantes.

El estado de Zacatecas ocupa un lugar destacado en la producción nacional de minerales, especialmente oro y plata, constituyendo uno de los principales motores económicos de la entidad

(Ramírez et al., 2023). Sin embargo, el crecimiento de esta industria también ha generado nuevos retos relacionados con la salud ocupacional y la vigilancia epidemiológica de los trabajadores. Las condiciones y el ambiente laboral relacionados con la salud de los trabajadores se comienzan a analizar desde el siglo XX con énfasis en accidentes y enfermedades que afectaban al físico, con una etiopatogenia se buscaba definir los factores de riesgo en el medio ambiente, con el cambio de los procesos de trabajo se ha generado la necesidad de incluir nuevos enfoques del ambiente laboral los factores psicosociales, en conjunto con los físicos, químicos, biológicos o mecánicos. Micheel Gollac en el 2013 mencionaba “los riesgos para la salud, física, psíquica, mental y social engendrados por los determinares socioeconómicos, la condición de empleo, la organización y el contenido del trabajo y los factores relacionales que interviene en el funcionamiento psíquico y mental de los trabajadores”. Las condiciones y el ambiente laboral relacionados con la salud de los trabajadores se comienzan a analizar desde el siglo XX con énfasis en accidentes y enfermedades que afectaban al físico, con una etiopatogenia se buscaba definir los factores de riesgo en el medio ambiente, con el cambio de los procesos de trabajo se ha generado la necesidad de incluir nuevos enfoques del ambiente laboral los factores psicosociales, en conjunto con los físicos, químicos, biológicos o mecánicos. Los determinantes sociales de la salud constituyen un elemento fundamental para comprender el comportamiento epidemiológico de la tuberculosis.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2025), estos determinantes corresponden a las condiciones en las cuales las personas nacen, crecen, trabajan y envejecen. Aspectos como el nivel educativo, la situación económica, las condiciones laborales, la vivienda, el acceso a servicios de salud y los estilos de vida tienen una influencia directa sobre el proceso salud-enfermedad. Diversas investigaciones han demostrado que la tuberculosis presenta una estrecha relación con las desigualdades sociales. La pobreza, la inseguridad alimentaria, la migración, las barreras geográficas para acceder a la atención médica y las condiciones laborales precarias incrementan la exposición al bacilo y dificultan el acceso a un diagnóstico oportuno (Bernal, 2020). Asimismo, factores conductuales como el consumo de alcohol, tabaco y drogas ilícitas favorecen la susceptibilidad a la infección debido a su impacto negativo sobre el sistema inmunológico y la salud respiratoria (Ramos et al., 2019; Duarte et al., 2018).

La tuberculosis es causada por la infección de la bacteria perteneciente al complejo Mycobacterium tuberculosis (M. hominis, M. bovis, M. africanum M. pinnipedii. M. caprae, M. microti y M. canetti) en el ser humano, se clasifica según su forma de presentación por su actividad como activa o latente, por su lugar de presentación la forma pulmonar afectan el parénquima pulmonar con un alto índice de contagiosidad (IMSS 2009), la forma de tuberculosis extrapulmonar es definida como infección por el bacilo bacteriológicamente confirmada o clínicamente diagnosticada que no involucra a los pulmones sino órganos como principalmente pleura, ganglios linfáticos, abdomen, tracto genitourinario, piel, articulaciones, huesos y meninges (Crespo 2022). La tuberculosis latente se define como un estado de infección persistente por Mycobacterium tuberculosis sin evidencia clínica o radiológica de enfermedad activa. En esta fase, los individuos presentan una respuesta inmunológica frente al bacilo, pero permanecen asintomáticos y no son contagiosos. Sin embargo, entre el 5% y el 10% de las personas infectadas desarrollarán tuberculosis activa a lo largo de su vida, especialmente cuando existen factores que comprometen el sistema inmunológico o aumentan la exposición a la enfermedad (Peña, 2022; Rodríguez, 2024). La identificación temprana de individuos con riesgo elevado de tuberculosis latente constituye una de las estrategias más importantes para el control de la enfermedad. El tratamiento preventivo de las personas infectadas permite disminuir significativamente el riesgo de progresión hacia tuberculosis activa y contribuye a reducir la transmisión comunitaria (Caruso et al., 2023). Se recomienda realizar estas pruebas para estudios de casos en adultos o en niños, tamizajes en personal de salud, en población más vulnerable o con más riesgo de enfermar como personas con el síndrome de inmunodeficiencia adquirida en donde el riesgo aumenta hasta 30 veces más, enfermedades reumatológicas, enfermades como diabetes mellitus, trasplantados, silicosis o neumoconiosis entre otras, en donde su sistema inmune se vea comprometido (Domínguez et al., 2017)

PARTE EXPERIMENTAL

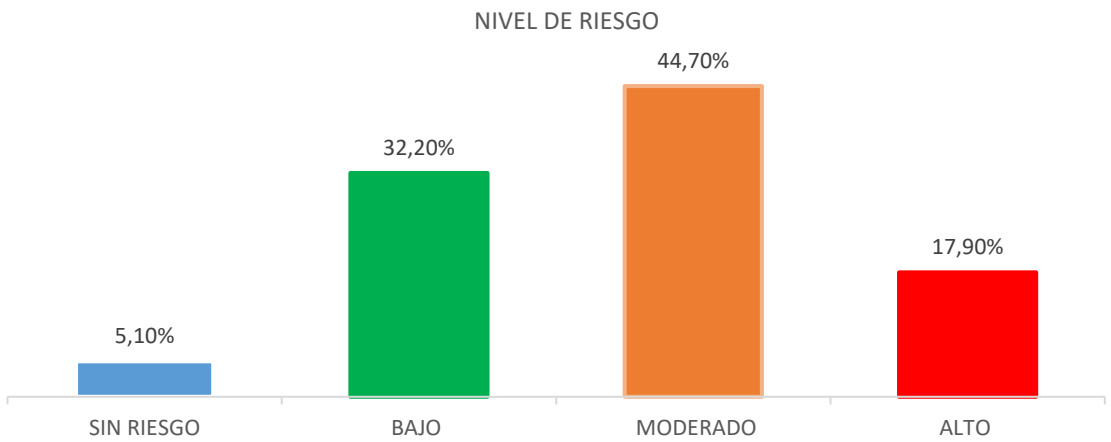
El presente estudio tuvo como objetivo determinar el nivel de riesgo de tuberculosis latente y analizar los principales factores determinantes asociados en trabajadores de una empresa minera privada del estado de Zacatecas. Se desarrolló bajo un enfoque observacional, analítico y transversal. La población de estudio estuvo conformada por trabajadores activos de la empresa minera. Se distribuyeron 370 cuestionarios y se obtuvo una muestra final de 351 participantes que cumplieron los criterios de inclusión establecidos. El instrumento de recolección de datos incluyó variables sociodemográficas, determinantes sociales de la salud, antecedentes laborales, factores de riesgo para tuberculosis latente, antecedentes personales, comorbilidades médicas y conductas relacionadas con estilos de vida.

RESULTADOS

Los resultados mostraron una población predominantemente masculina (86.0%), representando el grupo de edad de 30 a 39 años el de mayor frecuencia (43.6%). La mayoría de los participantes vivía en pareja (71.5%) y presentó un nivel socioeconómico medio bajo (45.6%). En cuanto a los determinantes sociales, predominó la escolaridad básica (54.1%), afiliación a servicios de salud institucionales (99.4%), ausencia de hacinamiento (90.3%) y un índice de rezago social muy bajo (95.7%). Respecto a los antecedentes laborales, se identificó que el 61.5% tenía menos de cinco años de antigüedad en la actividad minera. Asimismo, el 48.7% reportó haber trabajado previamente en otras minas, reflejando una importante movilidad laboral dentro del sector. Entre los factores relacionados con tuberculosis latente se observó que el 10.8% de los trabajadores presentó síntomas compatibles con tuberculosis, predominando la tos, la fiebre, la sudoración nocturna y el cansancio. También se identificó antecedente de convivencia con tosedores crónicos, migración temporal fuera del estado y contacto con grupos considerados vulnerables para la transmisión de tuberculosis. Las comorbilidades médicas identificadas tuvieron una frecuencia relativamente baja. Las más comunes fueron hipertensión arterial sistémica (6.3%), diabetes mellitus (4.6%) y enfermedad renal crónica (0.9%).

Estos hallazgos sugieren que la población estudiada corresponde principalmente a trabajadores jóvenes y funcionalmente activos. Por otra parte, se observó una elevada prevalencia de conductas de riesgo relacionadas con el consumo de alcohol y tabaco. Más del 80% reportó consumo actual o antecedente de consumo de alcohol, mientras que más de la mitad presentó antecedente de tabaquismo. Al integrar los diferentes factores de riesgo se estableció una clasificación del nivel de riesgo para tuberculosis latente. El nivel predominante fue el riesgo moderado (44.7%), seguido por riesgo bajo (32.2%), riesgo alto (17.9%) y sin riesgo identificado (5.1%).

Fiura 2. Nivel de riesgo de tuberculosis latente en los trabajadores de la minería.



Fuente: Datos obtenidos del trabajo de campo. Elaboración propia

El análisis estadístico permitió identificar asociaciones significativas entre algunas características sociodemográficas y el nivel de riesgo de tuberculosis latente. Se encontró relación estadísticamente significativa con el sexo masculino ($p = 0.044$), el estado civil ($p = 0.022$) y el antecedente de haber trabajado previamente en otra mina ($p = 0.035$). Los resultados permiten concluir que los trabajadores mineros constituyen una población vulnerable para tuberculosis latente debido a la interacción de factores ocupacionales, conductuales y sociales.

CONCLUSIONES

Aunque el nivel de riesgo predominante fue moderado y no alto como se planteó inicialmente en la hipótesis, se confirmó la relevancia de la movilidad laboral, las toxicomanías y determinados factores sociodemográficos como elementos asociados al riesgo de infección. Estos hallazgos resaltan la necesidad de fortalecer las acciones de promoción de la salud, educación sanitaria, vigilancia epidemiológica y detección temprana dentro de los entornos mineros. Asimismo, es indispensable implementar programas dirigidos a reducir conductas de riesgo, mejorar la percepción de vulnerabilidad frente a la tuberculosis y fomentar la participación activa de los trabajadores en actividades preventivas. Finalmente, esta investigación aporta evidencia científica sobre un problema poco estudiado en el contexto minero mexicano y proporciona información útil para el diseño de estrategias integrales de prevención y control de la tuberculosis. La identificación oportuna de los factores determinantes permitirá desarrollar intervenciones orientadas no solamente al trabajador, sino también a su familia y entorno social, contribuyendo al mejoramiento de la salud ocupacional y al cumplimiento de las metas nacionales e internacionales para el control y detección oportuna de la tuberculosis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bernal O, López R, Montoro E, Avedillo P, Westby K, Ghidinelli M. Determinantes sociales y meta de tuberculosis en los Objetivos de Desarrollo Sostenible en las Américas. Rev Panam Salud Publica. 2020;44: e153. DOI: https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.153
2. Caruso, E., Mangan, J. M., Maiuri, A., Bouwkamp, B., & DeLuca, N. (2023). Tuberculosis Testing and Latent Tuberculosis Infection Treatment Practices Among Health Care Providers—United States, 2020–2022. Morbidity and Mortality Weekly Report, 72(44), 1183-1189.DOI: https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7244a2
3. Crespo M. (2022). Tuberculosis extrapulmonar: una revisión bibliográfica. INSPILIP, 6(Especial),59/67. DOI: https://doi.org/10.31790/inspilip.v6iEspecial.325.
4. Domínguez, J., Latorre, I., & Santin, M. (2017). Diagnóstico y abordaje terapéutico de la infección tuberculosa latente. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 36(5), 302-311. DOI https://doi.org/10.1016/j.eimc.2017.11.014.
5. Duarte, R Lönnroth, K, Carvalho C Lima k, Carvalho A.C M. Muñoz-Torrico &, R. Centis,(2018) Tuberculosis, social determinants and co-morbidities (including HIV), Pulmonology, Volume 24, Issue 2, Pages 115-119, ISSN 2531-0437, DOI https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2017.11.003.
6. Hargreaves, J. R., Boccia, D., Evans, C. A., Adato, M., Petticrew, M., & Porter, J. D. (2011). The social determinants of tuberculosis: from evidence to action. American journal of public health, 101(4), 654–662. DOI https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.199505
7. Instituto Mexicano del Seguro Social (2009). Guía de Práctica Clínica, Diagnóstico y Tratamiento de Casos Nuevos de Tuberculosis Pulmonar. México Recuperado el 20 de septiembre del 2024 de https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/070GER.pdf.
8. Peña M., C. (2022). Tuberculosis latente: Diagnóstico y tratamiento actual. Revista chilena de enfermedades respiratorias, 38(2), 123-130. DOI https://doi.org/10.4067/s0717-73482022000300123.
9. Ramírez Herrera, M. (2020). Devenir histórico de la minería mexicana. Revista Geomimet. Recuperado el 15 de octubre del 2026 de https://www.revistageomimet.mx
10. Ramos Zambrano, K. E., Silva Peralta, J. P., Piedrahita Icaza, A. S., & Toaza Suarez, V. C. (2019). La drogadicción como uno de los agentes desencadenantes de la

tuberculosis. RECIAMUC, 3(1),60-77. DOI https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.(1).enero.2019.60-77.
11. Rodríguez, J. C. (2024). Tuberculosis: Estado actual. Revista Médica Clínica Las Condes, 35(3-4), 169-177. DOI https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2024.06.001
12. Stop TB Partnership & International Labour Organization. (2020). ILO guidelines for the mining sector: Preventing tuberculosis among miners. Recuperado el 14 de octubre del 2024 https://www.stoptb.org/resources/publications
13. Vearrier, D., & Greenberg, M. I. (2011). Occupational health of miners at altitude: Adverse healtheffects, toxic exposures, pre-placement screening, acclimatization, and worker surveillance. Clinical Toxicology, 49(7), 629-640. DOI https://doi.org/10.3109/15563650.2011.607169.
14. World Health Organization (2023) TB determinants Recuperado el 1 de octubre del 2024 de https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2023/uhc-tb-determinants/5-3-tb-determinants.
15. World Health Organization. (2025). Social determinants of health. Retrieved from WHO website. Recuperado 15 de noviembre del 2025 de https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/social-determinants-of-health

COMPARACIÓN DEL ÍNDICE MCAULEY Y HOMA-IR PARA LA DETECCIÓN DE RESISTENCIA A LA INSULINA EN ADULTOS JÓVENES MEXICANOS

Cynthia Areli Temblador Dominguez[1], Africa Samantha Reynoso Roa[2], Karla del Rosario Contreras Flores [3], Mariana Lizeth Carrillo Hernandez[4], Susan Andrea Gutiérrez Rubio[2], Teresa Arcelia García Cobian [6]

[1]Universidad de Guadalajara, [2]Centro Universitario de Ciencias de la Salud, [3]Instituto de Terapéutica Experimental y Clínica
cynthia.temblador5205@alumnos.udg.mx

RESUMEN

El índice de McAuley integra niveles de insulina y triglicéridos, ofreciendo una visión del componente lipídico en la disfunción metabólica. A diferencia del HOMA-IR, este índice presenta una correlación superior con el clamp euglucémico, especialmente en poblaciones jóvenes no diabéticas. Pese a su utilidad, México carece de puntos de corte validados para este indicador, lo que restringe su uso clínico frente a otros marcadores. El objetivo de este trabajo fue determinar su desempeño diagnóstico y establecer un umbral de referencia en adultos jóvenes del occidente del país. Se realizó un estudio transversal analítico con 126 adultos jóvenes (18-29 años) sanos de la Zona Metropolitana de Guadalajara. En una muestra de sangre obtenida mediante punción venosa se determinaron niveles plasmáticos de glucosa, triglicéridos e insulina en ayuno. La resistencia a la insulina (RI) se definió mediante HOMA-IR ([glucosa en ayuno (mg/dL) × insulina en ayuno (μU/mL)] / 405) y McAuley [2.63−0.28 x ln (insulina) −0.31 x ln (triglicéridos)]. Se consideró RI en HOMA-IR ≥ 2.5. El análisis incluyó correlaciones de Spearman y curvas ROC para evaluar la capacidad diagnóstica del índice de McAuley, utilizando el software SPSS v25 ($p < 0.05$ e IC 95%). El 65.9% fueron mujeres; la muestra presentó un IMC de 25.1 ± 6.5 kg/m, con una media de grasa corporal de 29.8 ± 26.9%, índice de grasa visceral de 4.2 ± 3.7 y masa muscular de 46.6 ± 10.7%. Respecto a las variables bioquímicas la media de la glucosa fue de 91.8 ± 35.7 mg/dL, de insulina de 22.3 ± 20.2 μU/mL y los triglicéridos de 100.3 ± 54.8 mg/dL. El índice de McAuley mostró una media de 11.1 ± 4.3 y se correlacionó de forma inversa y significativa con el IMC ($p = -0.284$; $p = 0.001$), glucosa ($p = -0.197$; 0.027), triglicéridos ($p = -0.395$; $p<0.001$) y grasa visceral ($p = -0.339$; $p<0.001$). Destacó una correlación inversa casi perfecta con el HOMA-IR ($p = -0.984$; $p < 0.001$), validando su consistencia metabólica El índice de McAuley demostró un desempeño diagnóstico excelente (AUC 0.992). Se estableció como punto de corte óptimo para detectar RI un valor ≤ 13.03, el cual alcanzó una sensibilidad del 98.9% y una especificidad del 94.4% (Índice de Youden: 0.93). Estos hallazgos sugieren que el índice de McAuley es una herramienta robusta y precisa para la identificación temprana de alteraciones metabólicas en población joven mexicana.

INTRODUCCIÓN

La resistencia a la insulina (RI) se define como un estado fisiopatológico en el cual las células diana, principalmente el tejido adiposo, el músculo esquelético y el hígado presentan una respuesta biológica disminuida a las concentraciones circulantes de insulina. Como respuesta, el páncreas incrementa la secreción de esta hormona en un intento por mantener la homeostasis glucémica, desencadenando un estado de hiperinsulinemia compensatoria. La RI a largo plazo se considera el principal factor fisiopatológico para el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares[4].

Para la evaluación de la RI se han desarrollado diversas metodologías, las cuales varían significativamente en su complejidad, costo y aplicabilidad clínica. Entre ellos se encuentran el clamp euglucémico-hiperinsulinémico, desarrollado por DeFronzo y colaboradores[2], el HOMA-IR (Homeostatic Model Assessment) descrito por Matthews y colaboradores[3] y el índice de McAuley propuesto por McAuley y colaboradores en 2001[1]. A diferencia de los modelos tradicionales

enfocados exclusivamente en el eje glucosa-insulina, el índice de McAuley incorpora los niveles séricos de triglicéridos, ofreciendo una alternativa para la estimación de la insulina a la resistencia mediante parámetros bioquímicos de fácil obtención.

TEORÍA

El índice de McAuley tuvo como propósito central desarrollar una forma sencilla para identificar RI en población general, sin necesidad de recurrir al clamp euglucémico, método considerado costoso, invasivo, prolongado y poco práctico para estudios epidemiológicos o para el uso clínico cotidiano. Dicho índice se construye a partir de dos variables bioquímicas accesibles: la concentración de insulina en ayuno y los niveles séricos de triglicéridos. La lógica fisiopatológica detrás de este modelo radica en que la RI no sólo se manifiesta mediante hiperinsulinemia compensatoria, sino también a través de alteraciones del metabolismo lipídico, particularmente la elevación de triglicéridos. Por ello, la combinación de ambas variables proporciona una aproximación potencialmente más integral que el uso exclusivo de insulina o glucosa en ayuno[1].

En términos interpretativos presentar, un valor menor del índice se asocia con una mayor probabilidad de RI. Diversos estudios posteriores han empleado puntos de corte cercanos a ≤ 5.8 para su identificación; sin embargo, este umbral puede variar de acuerdo con características poblacionales como edad, sexo, composición corporal, origen étnico y estado metabólico, así como con el método de referencia utilizado para validar el índice[6,7,8,9].

La propuesta de McAuley surgió en un contexto en el que gran parte de la investigación dependía de indicadores como la glucosa basal, la insulina basal o el HOMA-IR. Al incorporar la dimensión lipídica del trastorno metabólico, este índice reconoce que la RI suele acompañarse de hipertrigliceridemia, incremento de la lipólisis, aumento del flujo de ácidos grasos libres y alteraciones en la síntesis hepática de lipoproteínas. Esta característica amplía la perspectiva fisiopatológica de la evaluación metabólica y contribuye a mejorar la capacidad de detección de individuos con alteraciones tempranas[5].

Desde el punto de vista clínico, el índice resulta atractivo debido a que puede calcularse a partir de determinaciones bioquímicas combinadas disponibles en la práctica médica. No requieren pruebas dinámicas ni procedimientos complejos, como la curva de tolerancia oral a la glucosa o el clamp euglucémico-hiperinsulinémico, por lo que ha encontrado aplicación en estudios poblacionales, programas de tamizaje cardiometabólico e investigaciones relacionadas con síndrome metabólico y diabetes[1].

No obstante, el índice de McAuley no constituye una medición directa de la sensibilidad a la insulina, sino una estimación indirecta. Asimismo, al depender de la determinación de insulina en ayuno, comparte algunas limitaciones metodológicas con otros índices, entre ellas la variabilidad entre métodos analíticos, las diferencias entre muestras biológicas y la influencia de factores como el estado de ayuno, ciertos medicamentos, la función pancreática y el control glucémico. A pesar de estas limitaciones, su principal fortaleza radica en la incorporación de los triglicéridos como componentes del cálculo, aspecto particularmente relevante en individuos con dislipidemia aterogénica o fenotipos metabólicos asociados con la RI[6].

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio transversal analítico y comparativo aprobado por el comité de ética del centro universitario de ciencias de la salud (CUCS) que incluyó a pacientes de ambos géneros que acudieron al instituto de terapéutica experimental y clínica (INTEC) y mediante cuestionario se incluyeron pacientes mayores de 18 años, clínicamente sanos, en el caso de las mujeres sin toma de anticonceptivos, embarazo o lactancia y medicamentos o remedios herbolarios y que aceptaron participar mediante firma de consentimiento informado.

Para la realización de los estudios bioquímicos se tomaron 3 ml de sangre venosa después de al menos 8 horas de ayuno, donde se cuantificaron los niveles de glucosa, colesterol, lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) y triglicéridos, analizados con el equipo ERBA x180. La insulina se cuantificó por Elisa Kit DRG y para la lectura de se utilizó el equipo THERMO SCIENTIFIC MULTISKAN SkyHigh.

El índice Mcauley se define como una función exponencial obtenida al restar de 2,63 el producto de 0,28 por el logaritmo natural de la concentración de insulina y el producto de 0,31 por el logaritmo natural de la concentración de triglicéridos.

1. Índice de Mcauley = exp [2.63 − 0.28 × ln (insulina en ayuno μu/ml) − 0.31 × ln (triglicéridos mmol/l)]

La antropometría incluyó talla evaluada con un estadímetro además del peso, porcentajes de masa muscular, de grasa visceral, de grasa total y edad corporal evaluadas por una báscula de bioimpedancia (TANITA), por último, la circunferencia de cintura y cadera con una cinta métrica. El índice de masa corporal se calculó con la fórmula de Quetelet:

2. IMC: peso (en kg) / estatura² (en m²)

Y el índice cintura cadera

3. ICC = perímetro de la cintura ÷ perímetro de la cadera

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS v25. La estadística descriptiva se expresó mediante frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y medias y desviaciones estándar para las cuantitativas. Se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov para la distribución de los datos y prueba de correlación de Spearman para determinar asociaciones, considerando un valor $p < 0.05$ como estadísticamente significativo con IC 95%.

RESULTADOS

Análisis descriptivo:

Se incluyó en el análisis a un total de 126 pacientes con una media de edad de 22.1 ± 5.2 años y una proporción de hombres de 34.1% y mujeres de 65.9%. En cuanto a la antropometría se observó una distribución de IMC de 25.1 ± 6.5 kg/m, con una media de grasa corporal de 29.8 ± 26.9%, índice de grasa visceral de 4.2 ± 3.7 y masa muscular de 46.6 ± 10.7%. Con respecto a las variables bioquímicas, la glucosa en ayuno presentó una media de 91.8 ± 35.7 mg/dL, la insulina fue de 22.3 ± 20.2 μU/mL, los triglicéridos de 100.3 ± 54.8 mg/dL y el colesterol total de 172.6 ± 54.0 mg/dL. El puntaje de HOMA-IR promedio fue de 5.38 ± 6.94 con una proporción de 71.4% de positivos a RI (Figura 2 y 3). La distribución del índice McAuley fue de 11.1 ± 4.3 (Tabla1).

Tabla 1. Resultados antropométricos y bioquímicos

	N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR
EDAD	126	22.10	5.218
ÍNDICE DE MASA CORPORAL	126	25.0566	6.51614
GLUCOSA	126	91.8413	35.70802
INSULINA	126	22.3419	20.21007
TRIGLICÉRIDOS	126	100.2857	54.76084
COLESTEROL	126	172.5887	53.98856
% DE GRASA CORPORAL	126	29.7950	26.87938
GRASA VISCERAL	126	4.1750	3.66831
% DE MASA MUSCULAR	126	46.5935.38093	10.70640
ÍNDICE DE HOMA IR	126	5.38093	6.93677
ÍNDICE DE MCAULEY	126	11.1752	4.35331

Análisis de correlaciones:

El índice de McAuley mostró correlaciones significativas e inversas con múltiples variables metabólicas y de composición corporal. Se observó una correlación negativa con el índice de masa corporal ($\rho = -0.284$; $p = 0.001$), la glucosa en ayuno ($\rho = -0.197$; $p = 0.027$), la insulina ($\rho = -1.000$; $p < 0.001$) y los triglicéridos ($\rho = -0.395$; $p < 0.001$). Asimismo, se identificaron asociaciones inversas con el colesterol total ($\rho = -0.308$; $p < 0.001$), el porcentaje de grasa corporal ($\rho = -0.179$; $p = 0.050$), el índice de grasa visceral ($\rho = -0.339$; $p < 0.001$) y el porcentaje de masa muscular ($\rho = -0.187$; $p = 0.042$). Finalmente, el índice de McAuley se correlacionó de manera inversa y significativa con el HOMA-IR ($\rho = -0.984$; $p < 0.001$), confirmando su relación opuesta con la resistencia a la insulina (Tabla 2).

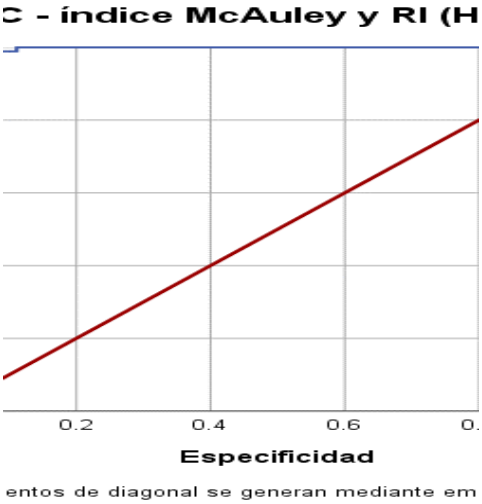
Tabla 2. Correlaciones antropométricas y bioquímicas

VARIABLE	RHO DE SPEARMAN (P)	VALOR DE P
ÍNDICE DE MASA CORPORAL	**-0.284**	**0.001**
GLUCOSA EN AYUNO	**-0.197**	**0.027**
INSULINA EN AYUNO	**-1.000**	**< 0.001**
TRIGLICÉRIDOS	**-0.395**	**< 0.001**
COLESTEROL TOTAL	**-0.308**	**< 0.001**
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	**-0.179**	**0.050**
ÍNDICE DE GRASA VISCERAL	**-0.339**	**< 0.001**
PORCENTAJE DE MASA MUSCULAR	**-0.187**	**0.042**
ÍNDICE HOMA-IR	**-0.984**	**< 0.001**

Análisis curva ROC

El análisis de la curva ROC del índice de McAuley (AUC 0.992, p= 0.000) (Figura1), identificó como punto de corte óptimo un valor ≤ 13.03 (=RI), el cual mostró una sensibilidad de 98.9% y una especificidad de 94.4%, con un índice de Youden de 0.93, indicando un excelente desempeño diagnóstico para la detección de resistencia a la insulina (Tabla 3).

Figura 1. Area Bajo la Curva índice McAuley y HOMA IR



Área bajo la curva

Variables de resultado de prueba: Índice de McAuley

Área	Desv. Error[a]	Significación asintótica[b]	95% de intervalo de confianza asintótico	
			Límite inferior	Límite superior
0.992	0.006	0.000	0.981	1.000

Las variables de resultado de prueba: Índice de McAuley tienen, como mínimo, un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Las estadísticas podrían estar sesgadas.

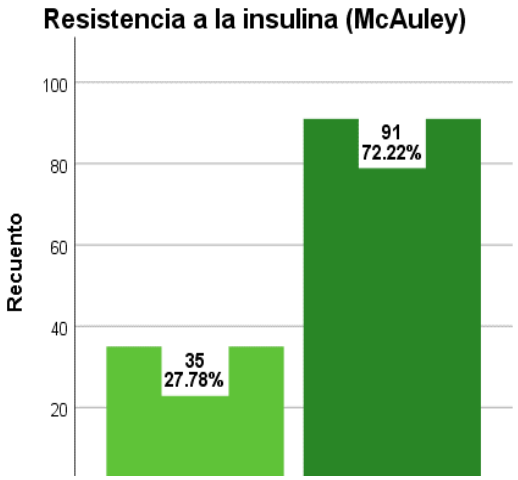
a. Bajo el supuesto no paramétrico

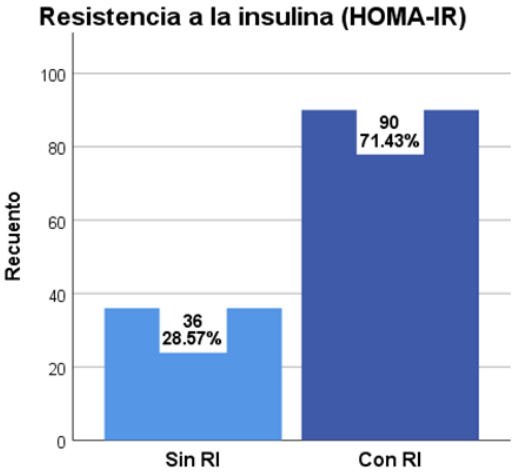
b. Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

Tabla 3. Tablas cruzadas, Especificidad y Sensibilidad

TABLAS CRUZADAS		
	CON RI (HOMA-IR)	**SIN RI (HOMA-IR)**
CON RI (MCAULEY)	**89**	**2**
SIN RI (MCAULEY)	**1**	**34**
SENSIBILIDAD:89 / (89 + 1) = 98.9% **VPP: 89 / (89 + 2) = 97.8%**		**ESPECIFICIDAD: 34 / (34 + 2) = 94.4%** **VPN: 34 / (34 + 1) = 97.1%**

Figura 2 y 3. Cantidad de pacientes con RI según McAuley y HOMA IR





CONCLUSIONES

El presente estudio evaluó la consistencia metabólica y la capacidad del índice de McAuley en comparación con el modelo HOMA-IR para identificar alteraciones en la sensibilidad a la insulina en una población de adultos jóvenes de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Dentro de los resultados de este trabajo se pueden interpretar los siguientes criterios para esta población de estudio:

- Punto de Corte Óptimo para Resistencia a la Insulina (RI): Se estableció un valor ≤ 13.03 como umbral de referencia para detectar RI.
- Desempeño Diagnóstico: Este umbral mostró un desempeño diagnóstico excelente. El índice se correlacionó de forma inversa y significativa con otros marcadores de riesgo metabólico como el IMC, glucosa en ayuno, triglicéridos e índice de grasa visceral.
- Mostrando una AUC de 0.992, con una sensibilidad del 98.9% y una especificidad del 94.4%.

El índice de McAuley se correlacionó de forma inversa y significativa con el HOMA-IR, validando su consistencia metabólica (correlación inversa casi perfecta: $\rho = -0.984$; $p < 0.001$).

Los resultados observados sugieren que, al incorporar los triglicéridos, el índice de McAuley actúa como un marcador temprano de disfunción metabólica y estrés ectópico lipídico, logrando captar el riesgo cardiovascular y metabólico de manera más íntegra mientras que la correlación observada entre McAuley, el IMC y demás variables refuerza la noción de que la ganancia de peso corporal, aún en etapas tempranas de la vida adulta, deteriora progresivamente la sensibilidad a la insulina. Estos datos sugieren que el índice de McAuley es una herramienta robusta, accesible y con fundamento fisiopatológico sólido para la estimación de resistencia a la insulina en jóvenes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mcauley, k. A., Williams, s. M., Mann, j. I., Walker, r. J., Lewis-barned, n. J., Temple, l. A., & Duncan, a. W. (2001). Diagnosing insulin resistance in the general population. *Diabetes care*, 24(3), 460-464,
2. DeFronzo, R. A., Tobin, J. D., & Andres, R. (1979). Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 237(3), E214-E223. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13923
3. Matthews, D. R., Hosker, J. P., Rudenski, A. S., Naylor, B. A., Treacher, D. F., & Turner, R. C. (1985). Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28(7), 412-419.
4. Hall, JE y Hall, ME (2025). *Libro de texto de fisiología médica de Guyton y Hall* (15.ª ed.). Elsevier.
5. Boren, J., & Taskinen, M. R. (2022). Lipotoxicity and hepatic insulin resistance: mechanisms and clinical implications. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 23(4), 629-645.
6. Moon, S., Park, JH, Jang, E.-J., Park, Y.-K., Yu, JM, Park, J.-S., Ahn, Y., Choi, S.-H., & Yoo, HJ (2018). *Valores de corte de medidas indirectas de sensibilidad a la insulina en una población sana de Corea según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Corea (KNHANES) 2007-2010*. Journal of Korean Medical Science, 33(29), e197. https://doi.org/10.3346/jkms.2018.33.e197
7. Ghamri, RA, Aljohani, NJ, Alharbi, KK, Khan, IA, Alzahrani, AS, Al-Rubeaan, KA y Al-Daghri, NM (2024). *El índice de McAuley como predictor de la resistencia a la insulina y los factores de riesgo cardiometabólico en adultos: un estudio transversal* . Frontiers in Endocrinology, 15, 1339729. https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1339729
8. Mohatar-Barba, M., Fernández-Aparicio, Á., Perona, JS, Schmidt-RioValle, J., Enrique-Mirón, C., & González-Jiménez, E. (2026). *Evaluación de la precisión predictiva de los índices QUICKI y McAuley para la resistencia a la insulina en adolescentes: Perspectivas de un estudio transversal*. PLoS One, 21(4), e0347304. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0347304
9. Cybulska, AM, Straburzyńska-Lupa, A., Piorunek, T., Kaczmarek, E., Przybylski, J., Kruszona, S., Płóciniczak, A., Cybulski, P. y Bogdański, P. (2023). *Marcadores diagnósticos de resistencia a la insulina para discriminar el riesgo cardiometabólico en sujetos con apnea obstructiva del sueño*. Revista de Medicina Clínica, 12(7), 2561. https://doi.org/10.3390/jcm12072561

ARQUITECTURA NEURONAL GUIADA POR AXIOMAS PARA DIAGNÓSTICO MÉDICO CONFIABLE: UN ENFOQUE REGULATORIAMENTE ALINEADO PARA SOPORTE A LA DECISIÓN CLÍNICA

Adolfo Meléndez Ramírez, Juan Manuel Stein Carrillo, Katia Rubi Jurado Ochoa

Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

RESUMEN

El uso de inteligencia artificial en el diagnóstico médico ha mostrado avances significativos; sin embargo, su adopción en entornos clínicos se ve limitada por problemas de interpretabilidad y coherencia. Muchos modelos optimizan únicamente criterios estadísticos, lo que puede generar predicciones inconsistentes con el conocimiento médico establecido [3], [4]. En este trabajo se propone ANA (Arquitectura Neuronal Axiomática), un enfoque que integra conocimiento clínico explícito dentro del proceso de aprendizaje mediante axiomas formulados como restricciones diferenciables. Se presentan dos variantes: ANA nativa y ANA híbrida.

El modelo fue evaluado utilizando el dataset UCI Heart Disease [11], mostrando mejoras en desempeño (AUC: 0.93 vs 0.90) y consistencia clínica (97% vs 81%). Los resultados sugieren que la integración de conocimiento clínico permite desarrollar modelos más confiables y alineados con la práctica médica.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial ha transformado el análisis de datos médicos, permitiendo avances importantes en diagnóstico automatizado [2]. Sin embargo, uno de los principales desafíos es la falta de interpretabilidad en modelos complejos, especialmente en redes neuronales profundas [3]. En entornos clínicos, no basta con obtener alta precisión; es fundamental que las predicciones sean coherentes con el conocimiento médico. Estudios previos han destacado la necesidad de modelos explicables y confiables en medicina [4], [6]. La mayoría de los modelos de aprendizaje automático aplicados al ámbito médico optimizan métricas estadísticas como exactitud, sensibilidad, especificidad o AUC. Sin embargo, un desempeño predictivo elevado no garantiza necesariamente coherencia con el conocimiento clínico establecido. Esta situación ha impulsado el desarrollo de enfoques que integran conocimiento de dominio dentro del proceso de aprendizaje, buscando modelos más confiables, interpretables y alineados con los principios médicos aceptados. Para abordar esta problemática, se propone ANA (Arquitectura Neuronal Axiomática), un enfoque que incorpora conocimiento clínico explícito dentro del entrenamiento del modelo. En este contexto, un axioma se define como una relación médica validada, como la asociación entre edad y riesgo cardiovascular [10].

TEORÍA

A. FORMULACIÓN DEL MODELO

$$L_{total} = L_{datos} + \lambda L_{axiomas}$$

Donde L_{datos} representa la pérdida de clasificación y $L_{axiomas}$ penaliza violaciones a principios clínicos. El parámetro λ lambda controla el balance entre ambos términos.

B. REPRESENTACIÓN DE AXIOMAS

Cada axioma se modela como una restricción diferenciable:

$$L_{axiomas} = \sum_{i=1}^{n} A_i(x, f0(x))$$

Esta formulación permite integrar conocimiento clínico directamente en el proceso de optimización [7].

C. METRICAS DE CONSÍSTENCIA CLINICA

Además de las métricas tradicionales de desempeño, se propone una métrica denominada Consistencia Clínica (CC), cuyo propósito es evaluar el grado de cumplimiento de los axiomas médicos definidos para el modelo. Esta métrica permite cuantificar la alineación entre las predicciones generadas y el conocimiento clínico incorporado durante el entrenamiento.

$$CC = 1 - \frac{N_{violaciones}}{N_{evaluaciones}}$$

donde:

- $N_{violaciones}$representa el número de veces que una predicción infringe alguno de los axiomas clínicos.
- $N_{evaluaciones}$corresponde al número total de verificaciones realizadas.

Un valor de consistencia clínica cercano a 1 indica que el modelo mantiene un alto grado de coherencia con las restricciones médicas establecidas.

En la figura 1 se presenta la función de pérdida propuesta constituye el mecanismo central de aprendizaje de ANA. Mientras que el término L_{datos}busca minimizar el error de clasificación a partir de los ejemplos observados, el término $L_{axiomas}$penaliza aquellas predicciones que violan relaciones clínicas previamente definidas. De esta manera, el modelo no solo optimiza su desempeño predictivo, sino que también incorpora restricciones derivadas del conocimiento médico durante el proceso de entrenamiento. El parámetro λpermite controlar el nivel de influencia del conocimiento clínico sobre el aprendizaje, estableciendo un equilibrio entre evidencia empírica y coherencia médica.

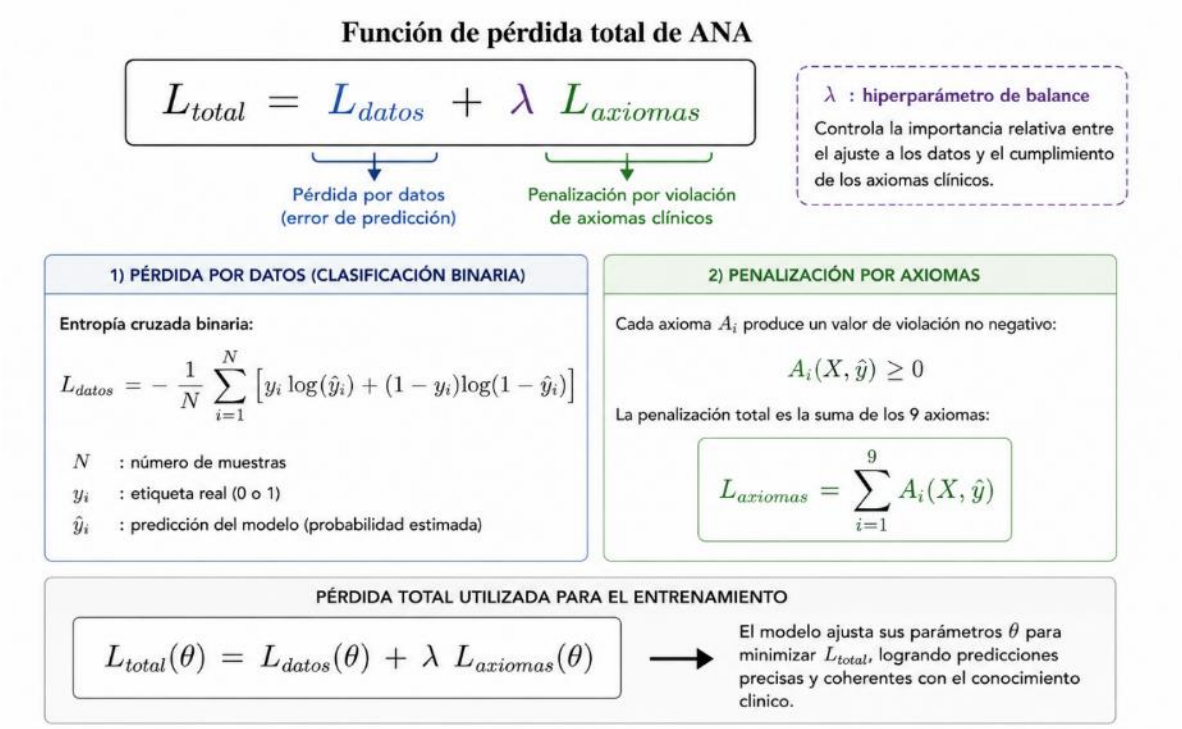


Fig. 1. Función de pérdida total utilizada en ANA**.**

Arquitectura ANA

La arquitectura general se presenta en la Figura 2, mientras que el proceso de optimización guiado por axiomas se describe detalladamente en la Figura 3.

La arquitectura integra un modelo de aprendizaje profundo con un módulo axiomatizado que evalúa restricciones clínicas en tiempo de entrenamiento. Este módulo actúa como un mecanismo de regularización estructural, guiando el proceso de optimización hacia soluciones clínicamente coherentes.

La arquitectura se compone de:

- Capa de entrada (variables clínicas normalizadas)
- Red neuronal profunda (MLP)
- Módulo de evaluación de axiomas
- Agregación de penalizaciones
- Optimización conjunta

Esta estructura permite que el modelo aprenda respetando tanto los datos como las restricciones clínicas.

A diferencia de los enfoques tradicionales de interpretabilidad posterior al entrenamiento, ANA incorpora el conocimiento clínico directamente dentro del proceso de optimización. De esta manera, los axiomas no solamente explican las decisiones del modelo, sino que participan activamente en la actualización de los parámetros durante el aprendizaje, favoreciendo soluciones estadísticamente robustas y clínicamente coherentes.

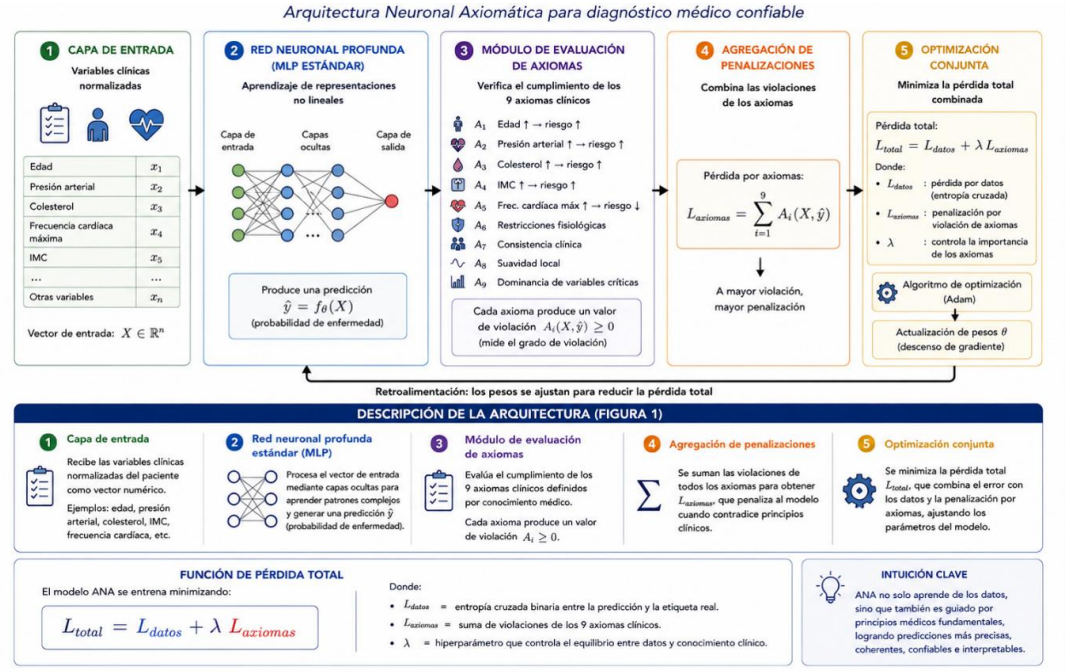


Fig. 2. Arquitectura conceptual de ANA.

Con el propósito de ilustrar el mecanismo de aprendizaje guiado por axiomas propuesto en ANA, la Figura 3 presenta el flujo completo de entrenamiento. A diferencia de los enfoques convencionales, donde la optimización depende exclusivamente de los datos observados, ANA incorpora un módulo de evaluación axiomatizada que verifica la coherencia clínica de las predicciones y genera penalizaciones cuando se detectan inconsistencias respecto al conocimiento médico previamente definido.

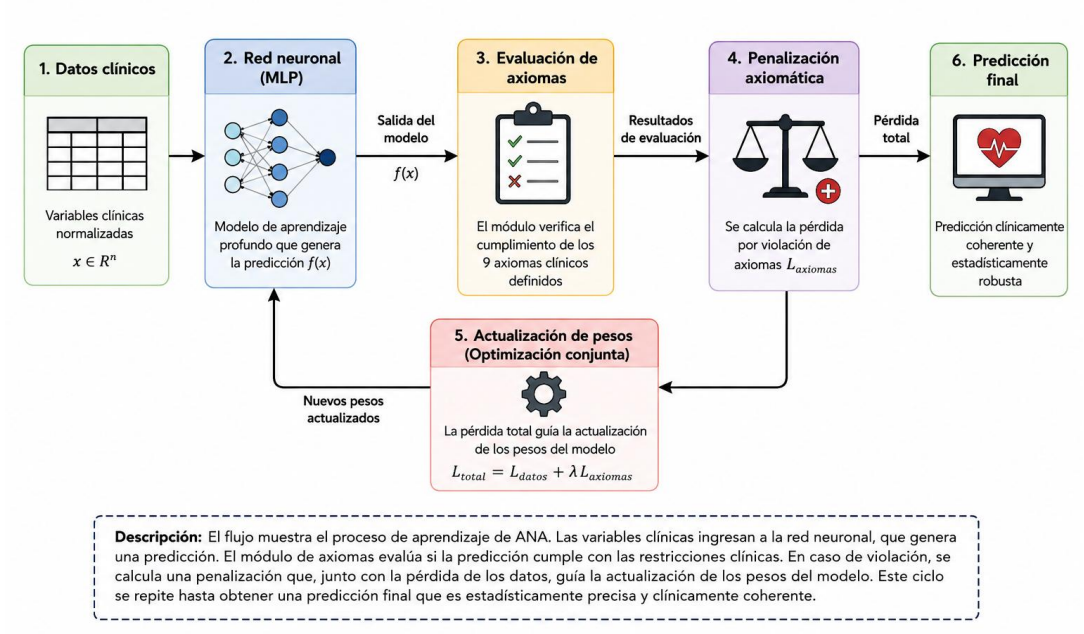


Fig. 3. Flujo de aprendizaje guiado por axiomas en ANA.

Las variables clínicas ingresan a la red neuronal para generar una predicción preliminar. Posteriormente, el módulo axiomático evalúa el cumplimiento de las restricciones clínicas definidas. Las violaciones detectadas generan una penalización que se incorpora a la función de pérdida total, permitiendo ajustar los pesos del modelo mediante optimización conjunta. Este proceso favorece predicciones estadísticamente precisas y clínicamente coherentes.

Como se observa en la Figura 3, los axiomas no actúan únicamente como un mecanismo de interpretación posterior al entrenamiento, sino como una fuente explícita de conocimiento que participa activamente en el proceso de aprendizaje. Esta característica distingue a ANA de los enfoques tradicionales de inteligencia artificial explicable, ya que las restricciones clínicas influyen directamente en la actualización de los parámetros de la red neuronal.

Variantes del Modelo

A. ANA Nativa

Prioriza los axiomas clínicos, maximizando interpretabilidad.

B. ANA Híbrida

Combina datos + axiomas, logrando mejor desempeño predictivo.

C. Diferencia clave

La diferencia no radica en la arquitectura, sino en el peso relativo de los axiomas dentro de la función de pérdida.

Axiomas Clínicos

Se definieron nueve axiomas basados en conocimiento médico ampliamente aceptado:

1. Edad → aumento de riesgo [10]
2. Presión arterial → relación positiva [10]
3. Colesterol → relación positiva [9]
4. IMC → aumento de riesgo
5. Frecuencia cardíaca → relación inversa
6. Restricciones fisiológicas
7. Consistencia clínica
8. Suavidad local
9. Dominancia de variables críticas

Estos axiomas permiten garantizar coherencia clínica en las predicciones.

Los axiomas representan relaciones clínicas ampliamente aceptadas en la literatura médica y tienen como finalidad restringir el espacio de búsqueda del modelo hacia soluciones compatibles con el conocimiento experto. Estas restricciones no sustituyen el aprendizaje basado en datos, sino que complementan el proceso de entrenamiento mediante la incorporación explícita de conocimiento de dominio.

Formalización de axiomas:

Para fortalecer la base teórica del modelo, algunos axiomas se expresan de forma matemática:

1. Axiomas de monotonicidad:
   - $\partial f/\partial$edad ≥ 0
   - $\partial f/\partial$presión ≥ 0
   - $\partial f/\partial$colesterol ≥ 0

2. Axiomas de suavidad:
   - $||f(x + \varepsilon) - f(x)|| \leq \delta$

3. Axiomas estructurales:
   - Dominancia de variables críticas
   - Restricciones fisiológicas

Estos axiomas representan conocimiento clínico ampliamente aceptado y actúan como restricciones suaves durante el entrenamiento.

Estas restricciones permiten garantizar que el modelo mantenga coherencia clínica durante el entrenamiento.

CONFIGURACION EXPERIMENTAL

Se utilizó el dataset UCI Heart Disease [11], con 303 registros clínicos.

Modelos comparados:

- Regresión logística
- SVM
- Random Forest
- Red neuronal
- ANA

Con el propósito de evaluar tanto el desempeño predictivo como la coherencia clínica, se registraron simultáneamente métricas tradicionales de clasificación y la métrica de consistencia clínica propuesta. Este enfoque permite analizar no solamente la capacidad predictiva del modelo, sino también su alineación con principios médicos previamente establecidos.

RESULTADOS

Para evaluar el desempeño del modelo se utilizaron dos métricas complementarias: el Área Bajo la Curva ROC (AUC) y la Consistencia Clínica (CC).

El AUC (Area Under the ROC Curve) mide la capacidad del modelo para discriminar correctamente entre pacientes con y sin enfermedad. Un valor cercano a 1 indica una excelente capacidad de clasificación, mientras que un valor de 0.5 representa un comportamiento equivalente a una clasificación aleatoria.

La Consistencia Clínica evalúa el grado de cumplimiento de los axiomas médicos incorporados durante el entrenamiento. Valores cercanos a 100% indican una mayor alineación entre las predicciones generadas y el conocimiento clínico previamente establecido.

Modelo	AUC	Consistencia
Red neuronal	0.90	81%
ANA	0.93	97%

Table 1. Tabla comparativa ANA vs RAN

Los resultados de la tabla 1 muestran que la incorporación de axiomas clínicos no afecta negativamente la capacidad predictiva del modelo. Por el contrario, se observa una mejora simultánea en desempeño y consistencia clínica, sugiriendo que el conocimiento explícito puede actuar como un mecanismo de regularización estructural durante el aprendizaje. Para evaluar el desempeño del modelo, se utilizó validación cruzada, comparando ANA contra una red neuronal estándar. Además, se observó que la variabilidad del modelo ANA es menor, lo que indica mayor estabilidad en las predicciones.

ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados muestran que ANA no solo mejora el desempeño predictivo, sino que también incrementa significativamente la coherencia clínica. La reducción en la varianza sugiere que la incorporación de axiomas actúa como un mecanismo de regularización estructural, evitando predicciones inconsistentes. Desde una perspectiva clínica, esto implica que el modelo no únicamente aprende patrones estadísticos, sino que también respeta relaciones médicas fundamentales, lo cual es esencial para su uso en entornos reales.
Se utilizó validación cruzada de 5 folds para garantizar robustez.

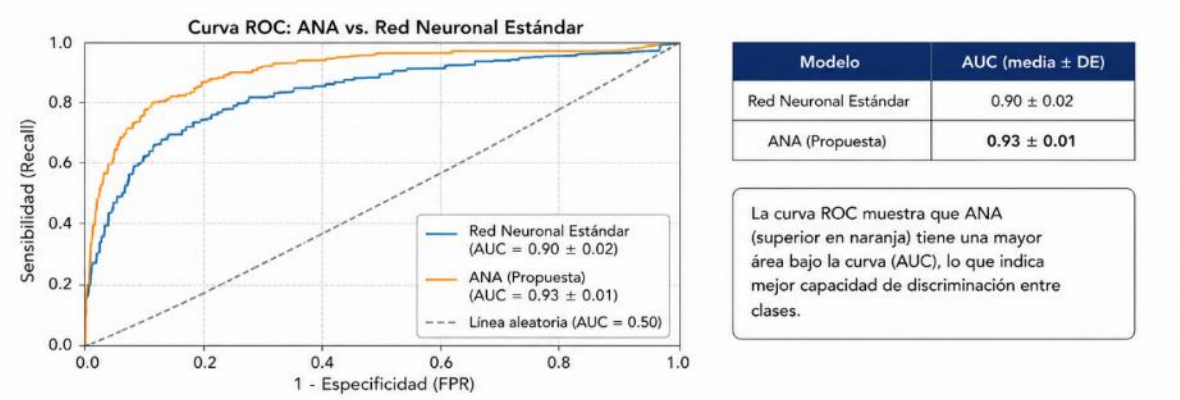


Fig. 3. Curva ROC comparando el modelo ANA con una red neuronal estándar.

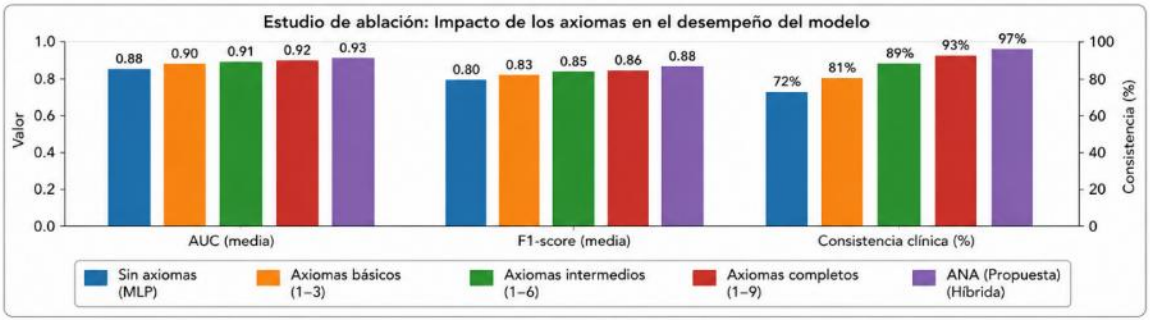


Fig. 4. Curva ROC comparando el modelo ANA con una red neuronal estándar

Como se muestra en la Fig. 4, el modelo ANA presenta una mejora consistente en la curva ROC, indicando una mejor capacidad de discriminación.

Las mejoras observadas se mantienen consistentes a través de los distintos folds de validación cruzada, lo que sugiere una mayor estabilidad y capacidad de generalización del modelo ANA en comparación con la red neuronal estándar.

DISCUSIÓN

La incorporación de conocimiento clínico explícito permite superar limitaciones de modelos tradicionales, que dependen únicamente de datos. Este enfoque introduce una estructura inductiva que guía el aprendizaje del modelo [7].

Además, ANA contribuye a la interpretabilidad, un aspecto clave en aplicaciones médicas donde la confianza es fundamental [4], [6].

Desde una perspectiva de inteligencia artificial confiable, los resultados obtenidos sugieren que la integración de conocimiento explícito puede contribuir a reducir decisiones incompatibles con principios médicos conocidos. Este aspecto resulta particularmente relevante en aplicaciones donde la confiabilidad y la trazabilidad de las predicciones son tan importantes como la precisión estadística.

Este enfoque se alinea con tendencias recientes en aprendizaje guiado por conocimiento, donde la integración de restricciones explícitas mejora la interpretabilidad y confiabilidad de los modelos [7].

A diferencia de los métodos tradicionales de regularización, cuyo objetivo principal es controlar el sobreajuste, ANA utiliza restricciones derivadas explícitamente del conocimiento clínico. En consecuencia, las penalizaciones no buscan únicamente mejorar la capacidad de generalización del modelo, sino también favorecer predicciones consistentes con principios médicos previamente establecidos.

LIMITACIONES

El presente trabajo presenta algunas limitaciones. En primer lugar, la evaluación fue realizada sobre un conjunto de datos relativamente pequeño, lo que limita la generalización de los resultados. Asimismo, la validación se efectuó en un entorno experimental y no en escenarios clínicos reales. Finalmente, la calidad de las predicciones depende de la correcta definición y formulación de los axiomas incorporados, por lo que futuras investigaciones deberán explorar mecanismos automáticos para la adquisición y validación de conocimiento experto.

CONCLUSIONES

ANA propone una estrategia para incorporar conocimiento clínico explícito dentro del proceso de aprendizaje de modelos neuronales mediante restricciones axiomáticas diferenciables. Los resultados obtenidos muestran mejoras tanto en desempeño predictivo como en consistencia clínica respecto a una red neuronal convencional. Si bien los experimentos realizados constituyen una validación preliminar, los hallazgos sugieren que la integración de conocimiento de dominio puede representar una alternativa prometedora para el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial más confiables, interpretables y alineados con principios médicos establecidos. Futuras investigaciones incluirán validaciones sobre conjuntos de datos de mayor escala y entornos clínicos reales.

BIBLIOGRAFIA

[1] D. Chicco and G. Jurman, “The Advantages of the Matthews Correlation Coefficient (MCC) over F1 Score and Accuracy in Binary Classification Evaluation,” *BMC Genomics*, vol. 21, no. 1, Art. 6, 2020, doi: 10.1186/s12864-019-6413-7.

[2] A. Esteva, A. Robicquet, B. Ramsundar, V. Kuleshov, M. DePristo, K. Chou, G. Corrado, S. Thrun and J. Dean, “A Guide to Deep Learning in Healthcare,” *Nature Medicine*, vol. 25, no. 1, pp. 24–29, 2019, doi: 10.1038/s41591-018-0316-z.

[3] Z. C. Lipton, “The Mythos of Model Interpretability,” *Communications of the ACM*, vol. 61, no. 10, pp. 36–43, 2018, doi: 10.1145/3233231.

[4] M. T. Ribeiro, S. Singh and C. Guestrin, “Why Should I Trust You?: Explaining the Predictions of Any Classifier,” in *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, 2016, pp. 1135–1144.

[5] M. T. Ribeiro, S. Singh and C. Guestrin, “Anchors: High-Precision Model-Agnostic Explanations,” in *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, vol. 32, no. 1, 2018.

[6] S. M. Lundberg and S.-I. Lee, “A Unified Approach to Interpreting Model Predictions,” in *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, 2017, pp. 4765–4774.

[7] J. Pearl, *Causality: Models, Reasoning and Inference*, 2nd ed. Cambridge University Press, 2009.

[8] R. Caruana, Y. Lou, J. Gehrke, P. Koch, M. Sturm and N. Elhadad, “Intelligible Models for Healthcare: Predicting Pneumonia Risk and Hospital 30-Day Readmission,” in *Proceedings of the 21st ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2015, pp. 1721–1730.

[9] World Health Organization (WHO), *Cardiovascular Diseases (CVDs): Key Facts*, Geneva, Switzerland, 2021.

[10] American Heart Association (AHA), *Heart Disease and Stroke Statistics – 2022 Update: A Report From the American Heart Association*, *Circulation*, vol. 145, no. 8, 2022.

[11] D. Dua and C. Graff, “UCI Machine Learning Repository,” University of California, Irvine, School of Information and Computer Sciences, 2019.

[12] T. Chen and C. Guestrin, “XGBoost: A Scalable Tree Boosting System,” in *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2016, pp. 785–794.

[13] I. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville, *Deep Learning*. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.

EXPERIENCIAS DE PACIENTES CON TRATAMIENTO DE MICROPUNTURA PARA REGENERACIÓN CELULAR CUTÁNEA EN ESTRÍAS Y CICATRICES

Esperanza Isabel Ugalde Oliver , Norma Ivette Beltrán Lugo , Erick Alberto Ramírez Alvarado y María Fernanda Catillo Alfaro

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
isabelugalde3123@gmail.com

RESUMEN

La enfermería, como disciplina científica en constante evolución, ha ampliado sus horizontes hacia campos emergentes como la enfermería estética, respondiendo a necesidades reales de las personas en torno a su imagen corporal y bienestar integral. En una sociedad donde los estándares de belleza influyen profundamente en mujeres que se perciben a sí mismas, la presencia de estrías y cicatrices puede convertirse en una fuente silenciosa de inseguridad, vergüenza y malestar emocional. Más allá de lo cutáneo, estas marcas impactan la autoestima, las relaciones interpersonales y la manera de habitar el propio cuerpo.

La micropuntura, técnica mínimamente invasiva que estimula la producción de colágeno y favorece la regeneración celular, se ha posicionado como una alternativa terapéutica efectiva. No obstante, comprender lo que significa vivir este proceso desde la experiencia personal fue el eje central de esta investigación, cuyo propósito fue describir las vivencias de pacientes sometidos a micropuntura realizada por profesionales de enfermería. Se llevó a cabo un estudio cualitativo con enfoque fenomenológico descriptivo, orientado a comprender el significado que las personas atribuyen a su experiencia. Participaron seis pacientes mayores de edad, de sexo indistinto, quienes recibieron entre tres y seis sesiones de tratamiento. A través de entrevistas semiestructuradas se exploran sus motivaciones, emociones previas, expectativas y percepciones posteriores al procedimiento. Cada testimonio fue transcrito y analizado cuidadosamente, respetando la esencia de las narrativas.

El estudio se desarrolló bajo criterios de principios éticos, garantizando confidencialidad, consentimiento informado y un acompañamiento respetuoso durante todo el proceso. Antes del tratamiento, las relaciones estuvieron marcadas por sentimientos de inseguridad, tristeza, ansiedad y una preocupación constante por ocultar las zonas afectadas. Las estrías y cicatrices eran percibidas como defectos que limitaban la libertad de usar cierta ropa o acudir a espacios como la playa o la alberca.

Algunos participantes expresaron haber recibido previamente comentarios desalentadores respecto a la posibilidad de mejoría, lo que profundizaba su frustración. Sin embargo, un elemento que surgió con fuerza fue la confianza depositada en la enfermera. Su preparación académica, el dominio de la anatomía y la fisiología, así como su trato humano y empático, generan tranquilidad y seguridad. Durante el tratamiento comenzó a observar cambios visibles desde las primeras sesiones, lo que se tradujo en esperanza y motivación. Después del proceso, los participantes describieron una transformación que trascendió lo físico. Hablaron de mayor seguridad para mostrarse en público, de reconciliación con su imagen frente al espejo y de una autoestima fortalecida. La mejoría en la textura y apariencia de la piel estuvo acompañada de una sensación de bienestar emocional, confianza y amor propio. Acompañado de una seguridad y satisfacción de la atención del personal de enfermería.

Estos hallazgos evidencian que la micropuntura, cuando es realizada por profesionales de enfermería, constituye mucho más que un procedimiento estético: es un acto de cuidado integral. Se resalta el papel de la enfermería como disciplina científica que innova en tecnologías del cuidado y contribuye significativamente al bienestar físico y emocional de las personas, fortaleciendo su identidad y calidad de vida.

INTRODUCCIÓN

La enfermería es una profesión consolidada y en constante evolución que, a razón de las diversas necesidades emergentes del mundo, se abre camino hacia nuevos campos de acción que generen la expansión de nuevos saberes y quehaceres [1]. En este sentido, el objeto de estudio de la Enfermería, integralmente aplicado y transmitido durante generaciones de manera formal, necesita trasladarse a nuevos ámbitos de desarrollo que permitan el ejercicio libre de la profesión.

En este tenor, se visibilizan áreas de desarrollo que vienen acompañadas de los cambios sociales y culturales generados por la globalización, En la actualidad, hombres y mujeres buscan cada vez más alternativas para mejorar su apariencia física, aun en ausencia de alguna condición o alteración específica, con el propósito de fortalecer su bienestar integral y favorecer una percepción positiva de sí mismos. En este sentido y según los Descriptores en Ciencias de la Salud, "la imagen corporal es el concepto que la persona tiene de su propio cuerpo"[2], que está ligado a la autopercepción para formar entre ambos el autoconcepto que el individuo tiene de sí [3], puede influir en el equilibrio del resto de las esferas biológica, social, psicológica y espiritual para el bienestar de la persona.

La imagen corporal está determinada socialmente por estándares estéticos impuestos a través del tiempo que, a propósito de ello, debe entenderse a la estética más allá de la rama filosófica sobre la belleza y los sentimientos que se evocan en el individuo a partir de ella, es decir, el aspecto físico que se enmarca dentro de los estándares sociales y que conforman la imagen corporal.

La investigación y la innovación tecnológica en medicina estética producen nuevos tratamientos de mínima invasión con efectos casi inmediatos; en este caso, se aborda el tratamiento para las estrías a través de micropuntura, micropunción o inducción percutánea del colágeno, la cual es una técnica desarrollada por Java Jeiman en 1989 y que consiste en provocar microlesiones con un dermógrafo sobre las cicatrices, esto para estimular el proceso inflamatorio y la producción de colágeno y elastina para reconstruir las fibras dañadas de la piel o favorecer la cicatrización normal de las heridas después de un trauma cutáneo [4,5].

Por lo anterior, la enfermería estética surge en los últimos años debido a la preocupación cada vez mayor de la población con las cuestiones que tienen que ver con el envejecimiento, el bienestar y la calidad de vida. La enfermería viendo a la persona como un ser completo por las esferas expuestas anteriormente, entiende la importancia que representa la imagen y el autoconcepto en el desarrollo personal del paciente.

Dávila Torres y Peces Noy [6] describen que el tema estético es concebido en la enfermería como un producto sensorial, social y cultural que determinan la adaptación al mundo cambiante y a la adquisición de estilos de vida saludables que, en muchos casos, mejoran el bienestar de las personas. Debido a que la estética ha sido enfatizada desde la antigüedad, las emociones, la autoestima y el autoconcepto son considerados los elementos básicos de análisis en el campo de la medicina estética, dando como resultado resultados cercanos al ideal de cada paciente, estableciendo una conexión entre los actos de cuidado y la necesidad de comprensión y respeto de cada individuo.

La actividad humana implica un proceso en el que se crean condiciones para su desarrollo, en este caso cambiando la realidad de acuerdo a sus necesidades e intereses, donde se refleja la estética. Para los profesionales de salud la estética es considerada una actividad para mantener el bienestar general, revelando la individualidad en el sentir y percibir la realidad de la persona [7]. El cuidado estético permite al profesional realizar sus tareas de forma autónoma mediante la aplicación de tratamientos y técnicas mínimamente invasivas científicamente probados destinados a reparar, restaurar, preservar y prevenir el daño a los tejidos.

El tema estético ha estado monopolizado durante mucho tiempo en disciplinas como la filosofía, la psicología y arte. Sin embargo, los sentimientos son elementos fundamentales de análisis en el campo del cuidado estético [8]. En los aspectos psicosociales asociados a la estética, la enfermería tiene como objetivo alcanzar el más alto nivel de bienestar físico y psicológico de las personas,

apoyando con ello su salud y lograr alcanzar los ideales físicos que se propone cada individuo para su cuerpo.

Esta constante presión del ideal de belleza es mayor en las mujeres y se refleja claramente en la publicidad y las redes sociales. Crea una necesidad constante de perfección facial y corporal, con el objetivo de mejorar y aumentar la autoestima y la confianza en uno mismo. Una versión cómoda de ti mismo logra una satisfacción dentro de la estructura social, y no solo fomenta una imagen positiva de ti, sino que también influye en cómo los demás te perciben. Cuando una persona está satisfecha con quién es y cómo se ve, tiene más facilidad para integrarse en grupos, asumir roles y enfrentar desafíos sociales. Esa satisfacción interna contribuye a su bienestar emocional y a un sentido de pertenencia dentro de la estructura social.

Esta tendencia de prevenir y retrasar el envejecimiento de la piel, más que de curar, viene de la mano de un cambio de conciencia. Quieren verse y sentirse bien, trabajando no sólo en el físico, sino también en la esfera psicosocial, alcanzando el propio bienestar. Pierre Bourdieu, quien ha desarrollado la teoría de la distinción cultural, en su obra “La Distinción: Criterios y Bases Sociales del Gusto”[9], argumenta que el gusto y las elecciones estéticas están profundamente arraigados en las estructuras sociales y las relaciones de poder. Según él, las elecciones estéticas y culturales son una forma de fortalecer la posición en la sociedad y distinguirnos de otros grupos sociales. El autor también afirma que los gustos y las elecciones estéticas son una forma de expresarse y las personas los utilizan para construir su identidad y distinguirse de los demás.

En la actualidad, es común que las personas se agrupen y se identifiquen con otros que comparten intereses estéticos similares, formando una comunidad en torno a su imagen personal. Estos grupos reflejan sus preferencias estéticas, estilos de vida y valores, lo que les permite expresar su identidad y sentirse parte de una colectividad. A través de la apariencia y la autoimagen, se crea un sentido de pertenencia que refuerza tanto su conexión con el grupo como su individualidad dentro de la sociedad.

Lozano-Rivera [10] menciona que la estética tiene un papel importante en la formación de las emociones, comportamiento e identidad humana, afecta cómo las personas se perciben, cómo se relacionan y expresan de diversas formas con la sociedad. Las experiencias estéticas provocan una variedad de emociones, desde algo positivo como puede ser el placer y la alegría hasta lo negativo como el miedo y el asco, así mismo, influyen en el estado de ánimo, la motivación y pueden alterar la toma de decisiones.

La estética expresa la individualidad de las personas, crea y da forma a la identidad y el significado en relación con ellas mismas, se relaciona en cómo las personas se perciben, como interactúan y cómo quieren ser notadas por la sociedad. La enfermería estética ayuda a alcanzar los objetivos físicos de las percepciones individuales de las personas con resultados naturales y la comprensión humanista, incluyendo tratamientos no invasivos, asesoramiento personalizado en procedimientos que se alineen con sus expectativas, rutinas de cuidado, monitoreo y seguimiento, educación en hábitos saludables como la alimentación, hidratación y protección solar.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), reporta que, en México las mujeres viven más que los hombres, pues en 1930, la esperanza de vida para las primeras era de 35 años y para los segundos de 33 años; para el año 2022, las mujeres viven alrededor de 78 años y los hombres de 72 años, observándose una esperanza de vida mayor para las mujeres [11]. Cuando el ser humano envejece, se producen cambios en el cuerpo y la apariencia física. Biológicamente el envejecimiento es la acumulación de daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo. Aceptar estos cambios físicos no es fácil, por lo que pueden provocar un cambio de autoimagen y autoconcepto, ocasionando o no una grieta entre la imagen deseada y la real en la persona [12].

El interés por el cuidado y la imagen personal ha aumentado con el paso de los años, buscan mejorar el aspecto de una piel sana y eliminar los efectos del paso del tiempo para satisfacer las necesidades relacionadas a la expectativa estética.

Uno de los problemas más frecuentes que amenazan la imagen corporal y por ende la autoestima, es la aparición de daños cutáneos como las estrías, mismas que se desarrollan a partir diversos factores como las variaciones del peso corporal en las personas o el embarazo, siendo este último factor determinante para que las mujeres tengan una incidencia 9 veces mayor que los hombres [13].
Esta investigación tiene como objetivo describir la experiencia de los pacientes que han recibido tratamientos de micropuntura, realizados por enfermería, para la regeneración celular cutánea de estrías y cicatrices por diversas razones. Por los cual se plantea la pregunta ¿Qué experiencia han tenido los pacientes que recibieron tratamiento de micropuntura, aplicado por personal de enfermería, en la regeneración de su piel afectada por estrías y cicatrices?

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque cualitativo y utiliza un diseño fenomenológico descriptivo.
La investigación se fundamenta en la fenomenología según Alfred Schutz, quien plantea que la realidad es un mundo en el que existen fenómenos reales, ideales, imaginarios, etc. Se considera el mundo de la vida cotidiana en el que los individuos interactúan con actitudes naturales y sentido común. Esta actitud hacia la realidad permite a las personas aceptar la existencia de un mundo social externo regido por leyes. Todos tienen una experiencia significativa y supone que los demás también están experimentando por el sentido de empatía. A partir de esta actitud natural, los sujetos perciben la realidad como comprensible a través de los conceptos de sentido común con los que se enfrentan y creen que esta comprensión es correcta [14].

Se entrevistaron a 6 pacientes con la finalidad de someterse a un tratamiento para el desvanecimiento o eliminación de estrías en la piel.
Los criterios de inclusión fueron personas mayores de edad de sexo indistinto, con problemas de estrías, que se hayan sometido a tratamiento de regeneración celular y que aceptaran participar en el estudio y firmaron el consentimiento informado. La cantidad de sesiones fue de 3 a 6 según el organismo de cada paciente.

A cada participante se le realizó una entrevista semiestructurada que constó de 8 preguntas, iniciando por el motivo de solicitar el tratamiento, las emociones y sentimientos con respecto a su imagen corporal, específicamente en la piel y cómo estos sentimientos influían en la forma en que los individuos percibían su propia imagen.

La calidad del estudio se basa en los criterios propuestos por Guba y Lincoln, consistentes en la credibilidad, transferibilidad, seguridad/auditabilidad y conformabilidad[15,16], de tal manera que cada entrevista fue cuidada para no alterar el testimonio de los participantes, mismos que se transcribieron de manera completa y precisa para su posterior análisis crítico e integral.

La información[17] reveló las características de cada categoría obtenida en los hallazgos. Las entrevistas se realizaron posterior a la revisión de seguimiento de recuperación dentro del consultorio de Enfermería Estética, procurando un ambiente cómodo y de confianza para los participantes.

Este estudio se hizo con base en los artículos 13, 16 y 21 del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud [18]; respetando la dignidad y protección de los derechos de los pacientes, procurando su bienestar, su privacidad y explicándoles el consentimiento informado previo a las entrevistas.

Asimismo, se aplicaron los principios éticos del Informe de Belmont [19], los cuales consisten en el respeto, beneficencia y justicia pues cada persona decidió libremente participar en el estudio, para aportar información en pro de mejorar la calidad de la atención de enfermería estética que se brinda a todas las personas que acuden en búsqueda de algún tratamiento que les ayude a mejorar su imagen corporal.

HALLAZGOS

Para la interpretación de esta investigación se utilizó el discurso de los informantes, desarrollaron las siguientes categorías y con su respectiva interpretación:

Tabla 1

CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN
Inseguridad personal	Según Sandua, la inseguridad es un sentimiento profundamente arraigado de inadecuación, duda, desconfianza en uno mismo o miedo a ser juzgado. En este caso, inseguridad personal sobre la autoimagen.[20] Tal caso lo vemos en los siguientes argumentos: PX1: "…me sentía muy insegura con mi cuerpo, no me gustaba como se veía mi piel con las estrías…" PX3: "…siempre me dio inseguridad las estrías que tengo en mi espalda…" PX 6: "…y todo el tiempo estaba preocupada por cubrirme bien para que nadie las viera, era una constante preocupación en mi ansiedad…" Con base en ello, el profesional de enfermería juega un papel fundamental al formar parte de las profesiones con mayor credibilidad en la sociedad según la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología levantada por el INEGI y el CONACyT[32]. Esto fortalece al profesional de enfermería y, destacando la menor credibilidad hacia otros profesionales de salud por comentarios como el siguiente: PX 5: "…mis médicos me habían dicho que mis estrías ya no tenían para nada una cura ni modificación, y por qué no me gustaba mi vientre…"
Aceptación social	La aceptación social es el proceso en el que una persona es reconocida, aceptada y acogida por otros miembros de una sociedad o grupo. Esto implica la disposición de los demás a respetar, respaldar o aprobar las características, creencias, u opiniones de ese individuo, incluso cuando se diferencian de la norma o de las expectativas sociales comunes.[21] De la mano con lo anterior, fomentar la aceptación del propio cuerpo aporta múltiples beneficios para la salud mental y emocional. Es fundamental que el profesional de enfermería fortalezca el aumento de la autoestima en las personas. En este caso, se debe responder a las necesidades de los pacientes conforme a un procedimiento basado en fundamentos científicos y respaldado por resultados exitosos. A continuación, se puede identificar esa búsqueda de aceptación por parte de los entrevistados: PX3: "…cuando iba a alguna alberca o la playa me daba pena, entonces es por ello que decidí acudir para eliminarlas …" PX5: "…el salir a la playa, o sea en lugares donde tuvieran que estar descubiertas esas partes donde tengo las estrías, y acudí justamente para ya no tenerlas"
Seguridad en el tratamiento	La seguridad del paciente implica la ausencia de daños prevenibles a un paciente durante el proceso de atención sanitaria, en particular, la reducción a un mínimo aceptable, de los riesgos de daños innecesarios relacionados con la atención de la salud.[22] Si bien los procedimientos estéticos no suelen considerarse relevantes para una mejora de la salud física en la mayoría de los casos, sí fortalecen la seguridad del paciente en sí mismo, especialmente cuando son realizados por profesionales del área de la salud, como los especialistas en enfermería.

	Además, al ser considerada la micropuntura como un procedimiento poco invasivo y con un menor tiempo de recuperación, la confianza del paciente aumenta. Lo mencionado anteriormente se refleja en los siguientes argumentos: PX2: "…las micro agujas son lo más accesible y con menos riesgos adversos …" PX4: "…no lograba un efecto como el que este tratamiento me ayudó a obtener…" PX5: "…el que mejor resultados vi era la micropuntura y eso fue lo que me hizo decidir a por fin hacer algo por cambiar lo que tanto me preocupaba…" PX6: "…después de mucho tiempo de consulta e investigación sobre el tratamiento que decidí tomar el tratamiento… Me parece una manera de tratar el problema y no esconderlo como muchas otras opciones del mercado."
Reconocimiento profesional de la enfermería	Para inscribirse en cursos de Micropuntura Brasileña, tanto a nivel nacional como internacional, en la mayoría de los casos no se requiere ningún conocimiento ni estudios previos. Cualquier persona interesada en la materia puede estudiarla, y se afirma que es posible aprenderla en tan solo 14 horas de formación, ya sea de manera presencial o en línea, basta con teclear "cursos de micropuntura" en cualquier buscador en la web para obtener la información. Lo anterior resulta muy delicado, ya que para una persona ajena al área de la salud es prácticamente imposible aprender en tan poco tiempo aspectos fundamentales como la anatomía y la fisiología de la piel, sin mencionar los aspectos bioquímicos que intervienen en el proceso técnico (fundamental) que la práctica requiere. No obstante, existen instituciones como la Universidad Insurgentes, en México, que establecen requisitos más rigurosos para cursar este tipo de programas. Por ejemplo, sus cursos, con una duración aproximada de 8 meses, requieren como mínimo que los aspirantes posean una licenciatura en enfermería. Para lograr el reconocimiento hacia el profesional de enfermería, es necesario precisar que requiere de acciones dirigidas con el afán de demostrar y fortalecer lo ofrecido para obtener una justa valoración el paciente, es por lo que, al desempeñar un trabajo, no solo traslada a él sus habilidades en equipo, sino también las individuales, proporcionando un cuidado experto y de óptima calidad.[23] La profesión de enfermería ha ganado credibilidad, reconocimiento y confianza por parte de los pacientes, destacándose además por su trato humanista. Esto se refleja en los testimonios recogidos: PX1: "La enfermera tenía conocimientos de anatomía, patologías y pues más que nada el tratar con los pacientes…" PX2: "…creo que los conocimientos ya adquiridos a lo largo de su carrera le permiten comprender el efecto de lo que está haciendo a nivel fisiológico…" PX3: "…cuando supe que sería enfermera y me enseño todo lo correspondiente sobre sus estudios, certificado y demás, me sentí seguro, pues sé que el trato lo sabrá tener, me gustó saber que aportaba algo diferente, además del sector salud." PX4: "…me ayudó mucho, me dio mucha mayor confianza, seguridad y cualquier cosa que tenía dudas, siempre le preguntaba y me las respondía. La verdad pues fue gratificante tener a alguien que supiera todo este tipo de cuestiones de la salud."

	PX5: “Me dió más confianza que fuera enfermera, porque conoce las técnicas, conoce el sentimiento y conoce a los pacientes. Porque trata con pacientes. Entonces esa sensibilidad me hizo darle la oportunidad para probar algo diferente” PX6: “En cuanto me mencionó las contraindicaciones y el porqué de ellas entendí perfecto que estaba calificada para poder realizarme un tratamiento, me sentí tranquila de poner mi piel en sus manos.”
Autopercepción: Negativa pre tratamiento	Según Cox, describe que la autopercepción es el cómo se siente un individuo acerca de su apariencia física.[24] Una autopercepción negativa antes de una intervención estética puede influir en los resultados postoperatorios, especialmente en la conformidad del paciente con estos. Es esencial que los profesionales de enfermería evalúen el estado psicológico de los pacientes antes de la intervención para garantizar resultados satisfactorios y abordar expectativas poco realistas. Esto se puede observar en los siguientes comentarios: PX1: “… realmente me sentía fea…” PX2: “Ansiosa, nerviosa e incluso con un poco de miedo” PX3: “Mal, triste, apenado, observado y que me juzgaban o criticaban por mi piel”. PX4: “…Me daba mucha vergüenza que la gente viera mis cicatrices de acné, estrías y esto debido al aumento y a la pérdida de peso que tuve durante muchos años…” PX5: “…no me gustaba porque, ahora sí que perdón que lo diga pero tenía como falda hawaiana…” PX6: “Físicamente me sentía incómoda con mi cuerpo, me comparaba mucho… y emocionalmente me sentía triste, ansiosa, enojada”
Autopercepción: Positiva post tratamiento	Roa García refiere que el autoconcepto o autopercepción son el resultado de un proceso, marcado por experiencias y reconocimientos personales y sociales. Tener un autoconcepto, autoestima y autopercepción positiva, es de suma importancia en la vida personal, profesional y social. El autoconcepto favorece claramente el sentido de la propia identidad, la realidad externa y las propias experiencias, influyen en el rendimiento, condiciona las expectativas y la motivación y contribuye a la salud y al equilibrio psíquico.[25] Las y los pacientes satisfechos con los resultados de la micropuntura, expresan una mejoría en su autopercepción y una mayor confianza en su imagen corporal, como se observa en los siguientes comentarios: PX1: “…ya puedo enseñar una parte de mi cuerpo que me causaba mucha inseguridad y … este… igual al momento de verme al espejo me siento más bonita…” PX2: “Me dió más seguridad física y emocionalmente y mejoró mi autoestima.” PX3: “…con decir que ya puedo quitarme las playeras en público, ya puedo caminar como si nada con más seguridad y confianza en mí mismo.” PX4: “…la verdad es que fue impresionante ver los resultados al final y es muy gratificante. Ya, ya puedo utilizar otro tipo de ropa, o sea, puedo mostrar otro tipo de zonas de mi cuerpo, entonces, qué puedo decir, la verdad es que estoy feliz con los resultados.” PX5:”… definitivamente con más seguridad me gusta mucho el resultado, mi piel se ve completamente diferente, estoy feliz.” PX6: “…con otra perspectiva de mi cuerpo, más segura y cómoda en mi cuerpo, con más amor propio”

	Aun así, es primordial recalcar que el personal de enfermería desarrolle acompañamiento profesional y ejecute el valor de la honestidad y veracidad para asegurar expectativas realistas y resultados satisfactorios en los pacientes.
Efectividad del tratamiento	De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, la efectividad es una medida del alcance de intervenciones, procedimientos, tratamientos o servicios en condiciones reales, de cuánto la atención satisface sus objetivos.[26] Con ello, podemos identificar varias áreas de oportunidad para alcanzar la efectividad de la micropuntura, como la calidad en la atención, la realización de procedimientos y valoraciones adecuadas con fundamento científico por parte del personal de enfermería. Esto es fundamental para evitar eventos indeseados, como contraindicaciones, infecciones o efectos secundarios al procedimiento, y para garantizar la satisfacción de los pacientes con los resultados, lo cual se refleja en los siguientes argumentos: PX1: "… en todas las sesiones estuve notando resultados, y la verdad es que estoy muy contenta con el resultado final que tuve" PX2:" Desde la primera sesión empecé a ver resultados" PX3: "Para ser honesto, desde la segunda ya vi demasiado cambio, pues fueron desapareciendo las pequeñas y solo las grandes se siguieron tratando." PX4: "… comencé a ver que disminuya bastante las cicatrices… en mi caso… a la primera sesión" PX5: "…la tercera si fue un wow rotundo con el cambio que tuve." PX6: "Desde la primera note cambios en la textura de mi piel, pero a partir de la segunda note cambios visibles en las estrías"

DISCUSIÓN

Sosa M, reporta que la comunicación enfermera-paciente facilita la comprensión de la información y la aclaración de dudas [27], tal como se observa en esta investigación dentro de la categoría del reconocimiento profesional ya que en el discurso se argumenta la importancia de brindar información por parte del profesional de enfermería, lo que a su vez brinda confianza al paciente. En este sentido, el acompañamiento en cada etapa de la atención y el visualizar al paciente como un ser humano unitario, permite al profesional de enfermería brindar un cuidado integral y hasta cierto punto holístico, promoviendo el reconocimiento social desde la ejecución de los tres saberes: saber, saber ser y saber hacer, lo cual es fundamental para abrir nuevas áreas de desarrollo profesional en el ejercicio libre.

Respecto a las categorías de Aceptación Social y de Autopercepción negativa pre tratamiento, se observan sentimientos o emociones de desaprobación relacionadas con la imagen corporal, en este sentido, Rodríguez de León en 2021 desarrolló un trabajo titulado "La enfermería Estética: un nuevo horizonte para la profesión" en el que expone que varios de los motivos desencadenantes para que los pacientes acudan a tratamientos estéticos en los que prima la incomodidad con la apariencia física y con la imagen corporal, la autora describe el factor cognitivo-perceptivo relacionado con las emociones y sentimientos generados desde la percepción, y también describe el factor social en donde refiere que el estándar estético influye directamente en la autoestima y que a su vez este factor se asocia al atractivo personal [28]; en este caso, la autopercepción no se refleja favorecida en el argumento de los participantes así como la aceptación social, aunque ésta última se percibe muy sutilmente cuando los participantes han referido "sentirse" observados, en relación a su inconformidad física en lugares concurridos como playa.

En este tenor, las redes sociales (a las que casi todo el mundo tiene acceso) pueden influir directamente en los estándares de belleza, y es que los algoritmos de diversas plataformas priorizan contenidos que se han popularizado en este tema: los creadores utilizan filtros alterando su aspecto físico y haciendo creer al consumidor que se trata de un estándar de belleza, fomentando de esta forma un ideal del aspecto físico que en ocasiones puede ser irracional, desencadenando sentimientos negativos hacia el cuerpo propio y baja autoestima.

Valdivieso Morales, en su trabajo de Intervención de enfermería en la prevención de complicaciones psicológicas de pacientes con cirugías estéticas, señala que los resultados esperados de un tratamiento estético favorecen la salud mental [29], que en este marco se traduce a un incremento en las emociones positivas respecto a la autoimagen corporal, tal y como lo refieren los participantes de esta investigación en las categorías de la autopercepción positiva post tratamiento y en la efectividad: la mejoría en su autopercepción, imagen corporal y en el incremento de su seguridad personal son evidentes al referir una mayor confianza para mostrar sus cuerpos en lugares como la playa, sobre todo el sentimiento de felicidad que se generó con los resultados obtenidos, además de la impresión creada con los resultados en la segunda o tercer sesión del tratamiento y sobre todo, el hecho de demostrar que aquellas cicatrices por estrías pueden atenuarse o desaparecer casi por completo.

En este aspecto, se puede evidenciar que la innovación en técnicas estéticas en conjunto con un conocimiento sólido derivado de la formación en enfermería puede también crear nuevas tecnologías del cuidado, haciendo que este de verdad sea holístico, pues recordemos que las desviaciones en la salud emocional que implican la auto imagen pueden derivar en complicaciones o patologías orgánicas como los trastornos alimenticios.

En el estudio de caso “Tratamiento de estrías abdominales para paciente post embarazo de tres años con micropunción y centella asiática”, realizado por Saquinga Guamán en 2023, se encontró que las estrías provocan una alteración en la autoestima y en la calidad de vida de los pacientes, traduciéndose posteriormente en inseguridad a razón de una dificultad para poder interactuar socialmente [30], aspectos que en este trabajo se encuentran en la categoría de inseguridad personal, acentuándose el sentimiento de preocupación sobre todo cuando una opinión médica asegura que las estrías “no se curan” como si de una enfermedad se tratara.

Si bien los resultados posteriores tratamiento son satisfactorios para los pacientes, tanto que manifiestan seguridad y autopercepción positiva, la desaparición del 100% de las estrías no se garantiza porque dependerá del organismo de cada persona y de sus autocuidados postratamiento, sin embargo, aún con esto los pacientes están seguros de realizar este procedimiento porque han visto buenos resultados después de haber investigado sobre el tópico y sobre todo porque es un tratamiento no tan invasivo que requiera un cuidado multidisciplinario o una sala quirúrgica, y cuyas reacciones secundarias radican en el dolor por la punción que sufre la piel, esto se puede notar en la categoría de seguridad en el tratamiento.
X
Todo lo anterior corresponde con la propuesta de Pierre Bourdieu [31] sobre la estética, en la que menciona que esta forma parte de una estructura social, los mismos estereotipos de belleza son los que dan cabida a que las personas se sientan vulnerables sobre su aspecto físico ante los demás, por lo que una persona al no sentirse identificada con los estándares culturales puede apreciarse excluida y, por ende, rechazar su propio ser. Además, Lozano-Rivera [10] refiere que los cambios estéticos pueden fortalecer de manera positiva la emociones, estados de ánimo e identidad humana de las personas en la sociedad que se encuentran inmersas y es por eso, que este tratamiento de micropuntura, apoya en esa percepción a que los individuos se sientan satisfechos consigo mismos.

CONCLUSIONES

La apariencia, la imagen corporal y la autoestima son conceptos importantes relacionados con la calidad de vida y, por lo tanto, con el bienestar general de cada persona en relación consigo mismo

y el entorno. La autovaloración de la apariencia y satisfacción de la misma incide en la actitud expresada en diferentes ámbitos de la vida.

En este sentido, los factores comunes derivados del aspecto social que influyen en el bienestar de la persona son la amistad, relaciones, familia, vida social y laboral, ya que para estas personas su apariencia la relacionan con las consecuencias de la salud física, mental, emocional y social; por lo tanto, conviene mirar el aspecto estético no solo desde el punto de vista filosófico, sino desde el aspecto físico de la persona.

En este estudio se aprecia un incremento en la satisfacción del aspecto físico de los pacientes, es decir, mayor aceptación de la imagen corporal después de pasar por un tratamiento de micropuntura para tratar estrías, y que a su vez incide en varias emociones relacionadas con su imagen anterior, por ejemplo la disminución sustancial de la ansiedad además aportando un sentimiento de bienestar, mayor autoestima y felicidad, con el hecho de sentirse bien consigo mismo, por lo que se considera que los tratamientos estéticos no quirúrgicos pueden ayudar a incrementar la seguridad personal, el bienestar y contribuir en la homeostasis de las esferas que conforman a la persona como un todo.

Es fundamental involucrar a la disciplina de enfermería en el ámbito del cuidado estético y la imagen corporal. Las enfermeras desempeñan actividades clave como la comprensión social y emocional, valoración de la piel, la aplicación de tratamientos de regeneración cutánea, y el seguimiento postratamiento, todo bajo principios científicos que garantizan seguridad y efectividad. Estas intervenciones no solo benefician físicamente al paciente, sino que también mejoran su autoestima y bienestar emocional, proporcionando un cuidado integral que aborda tanto los aspectos físicos como psicológicos del paciente.

Es conveniente fomentar la investigación en este campo para examinar las contribuciones que puede aportar la profesión, ya que la enfermería estética ha surgido en respuesta a una gran demanda social de atención para mejorar la apariencia física y como resultado elevar el nivel de bienestar general. Es importante señalar que los tratamientos estéticos deben ser realizados por profesionales altamente capacitados, como las enfermeras, ya que garantizan la calidad de atención en los cuidados basada en principios científicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amezcua M. ¿Por qué afirmamos que la Enfermería es una disciplina consolidada? [Internet]. Index Enferm. 2018; 27(4): 188-190. [Citado 08 Ago 2023]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962018000300002
2. Descriptores en Ciencias de la Salud: DeCS. Imagen corporal. [Internet]. 2023 ed. São Paulo (SP): BIREME/PAHO/WHO. 2023 [Actualizado 2023 Dic 04; citado 2023 Dic 22]. Disponible en: https://goo.su/ZmAv
3. Fernández Bustos JG, González-Martí I, Contreras O, Cuevas R. Relación entre imagen corporal y autoconcepto físico en mujeres adolescentes. Rev Latinoam Psicol. 2015; 47(1): 25-33. [Citado el 13 oct 2023]. DOI: https://doi.org/10.1016/S0120-0534(15)30003-0
4. Descriptores en Ciencias de la Salud: DeCS. Inducción Percutánea del Colágeno. [Internet]. 2023 ed. São Paulo (SP): BIREME/PAHO/WHO. 2023 [Actualizado 2023 Dic 04; citado 2023 Dic 22]. Disponible en: https://goo.su/8vTWqOq
5. Carvalho de Oliveira C, Chavas R. Tratamento de estrías: uma pesquisa voltada a biomedicinaestética. Revista Coleta. 2019; 3(5): 19-33. DOI: 10.5281/zenodo.4737263
6. Dávila Torres E, Peces Noy A. Creación de un servicio de cuidados enfermeros en la gestión de la imagen corporal: trabajo de desarrollo profesional. [Trabajo de fin de grado]. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra; 2023. [citado 12 diciembre 2023]. Disponible en: https://goo.su/ClF25IE
7. García Franco V, Vargas Yzquierdo J, Hernández Cabezas M, Pérez Quintana M. La estética y la práctica profesional en salud. Educ médica super (Impresa) [Internet]. 2014 [citado el 24 de

junio de 2024];28(3):579–86. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412014000300016
8. Siles González J, Solano Ruiz MC. La historia cultural y la estética de los cuidados de enfermería. Rev. LatinoAm. Enfermagem [Internet]. sep.-oct. 2011 [citado el: 27 junio 2024) 19(5):[11 pantallas]. Disponible en: https://www.scielo.br/j/rlae/a/PdG9Z6YkskfHYV9rNKqd9Hg/?format=pdf&lang=es
9. Cornejo S. Cuerpo, imagen e identidad. Una relación (im)perfecta. Cuad Cent Estud Diseño Comun [Internet]. 2016 [citado el 5 de diciembre de 2024];(58):1–10. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-35232016000300017
10. Lozano Rivera CE. Estética y sociedad. ¿Es la estética un capricho o algo necesario para los seres humanos? [Internet]. Promoestetica. Promoestetica - La Estetica de Todos; 2023 [citado el 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: https://www.promoestetica.com/estetica-y-sociedad/
11. INEGI.Población. Esperanza de vida [Internet]. Org.mx. [citado el 6 de diciembre de 2023]. Disponible en: https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P
12. De las mujeres UP de IPPA el B y. la A. Insatisfacción corporal y belleza en la mujer mayor [Internet]. Diposit.ub.edu. [citado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/191727/1/TFM_anna_ricart_rull.pdf
13. Costa Rêgo AL, da Costa Soares BG, Góes de Oliveira HV, Siquiera Mendes C, Salgado de Oliveira Rocha L. Influencia de la micropunción asociada a la micropigmentación en el tratamiento de las estrías albas. Fisioterapia Brasil. 2021; 22(2); 249-60. DOI: https://doi.org/10.33233/fb.v22i2.3662
14. Schütz A. La construcción significativa del mundo social. Introducción a la sociología comprensiva. Ediciones Paidós: Barcelona. 1993.
15. Denzi NK, Lincoln YS. Manual de investigación cualitativa. Vol. IV. Métodos de recolección y análisis de datos. Gedisa; Buenos Aires. 2015: 462-76
16. Castillo E, Vásquez ML. El rigor metodológico en la investigación cualitativa [Internet]. Colombia Médica. 2003; 34(3):164-167. [Citado 20 diciembre 2023]. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28334309
17. Visilachis de Gialdino I. Estrategias de Investigación Cualitativa. Gedisa; España. 2006: 90-96.
18. Secretaría de Salud. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud [Internet]. Diario Oficial de la Federación; México. 2014. [Citado 20 diciembre 2023]. Disponible en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html
19. Comité de Ética. Informe de Belmont [Internet]. Secretaría de Salud; México. [Actualizado 28 diciembre 2017; citado 20 diciembre 2023]. Disponible en: https://www.incmnsz.mx/opencms/contenido/investigacion/comiteEtica/informe_belmont.html
20. Escudero M, Clinico P. Psicólogos especialistas en inseguridad [Internet]. Psicólogos en Madrid. 2015 [citado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.manuelescudero.com/que-es-la-inseguridad-y-como-tratarla/
21. Andreaserrano. ¿Por qué es tan importante la aceptación social? [Internet]. Introducción a la Psicología — ugr. 2023 [citado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: https://medium.com/introducci%C3%B3n-a-la-psicolog%C3%ADa-ugr/por-que-es-tan-importante-la-aceptaci%C3%B3n-social-d85c47c1ede8
22. Organización Mundial de la Salud. Seguridad del paciente [Internet]. Who.int. [citado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety
23. Velásquez Vergara S, Cacante Caballero J. El concepto de Reconocimiento y su utilidad para el campo de la Enfermería. Temperamentvm [Internet]. 2020 [citado el 17 de mayo de 2024];16. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-60112020000100019
24. Cox RH. Psicología del deporte. Conceptos y sus aplicaciones. 6ª ed. Universidad de Missouri, Columbia, Estados Unidos: Panamericana; 2007.
25. Roa García A. La edcucación emocional, el autoconcepto, la autoestima y su importancia en la infancia. EDATANIA. 2013; (44): 241-58.
26. Descriptores en Ciencias de la Salud: DeCS. Efectividad. [Internet]. 2023 ed. Säo Paulo (SP): BIREME/PAHO/WHO. 2023 [Actualizado 2023 Dic 04; citado 2023 Dic 22]. Disponible en: https://goo.su/Dk8k

27. Sosa M, Barroso C, Orona M., Rodríguez M. Seguridad que brinda enfermería a pacientes en el Servicio de Unidad Coronaria. Notas de Enfermería. 2019; 10(33); 55-63. Disponible en: https://revistas.unc.edu.ar/index.php/notasenf/article/view/24627
28. Rodríguez De León P. La enfermería estética: un nuevo horizonte para la profesión. [Internet]. Universidad de Valladolid; 2021. [citado el 25 de mayo de 2024]. Disponible en: https://uvadoc.uva.es/handle/10324/47878
29. Valdivieso Morales CM. Intervenciones de enfermería en la prevención de complicaciones psicológicas de pacientes con cirugías estéticas. [Internet]. Universidad Autónoma de Los Andes. 2023. [citado el 25 de mayo de 2024]. Disponible en: https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17053
30. Saquinga Guamán EY. Tratamiento de estrías abdominales para paciente post embarazo de tres años con micropunción y centella asiática. [Internet]. Universidad Autónoma de los Andes. 2023. [citado el 25 de mayo de 2024]. Disponible en: https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17721
31. Pierre Bourdieu. La Distinción: Criterios y bases sociales del gusto. Ediciones Santillana: Colombia. 1979.
32. García Karen. Profesiones más respetadas en México. [Internet]. El Economista; 2018. [citado el 9 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Profesiones-mas-respetadas-en-Mexico--20181105-0040.html

ANTECEDENTES Y ACCESO A VACUNACIÓN DE MIGRANTES EN MÉXICO

Dinora Valdez Díaz, Dra. Alejandra Carrillo Bucio, Lic. Abisay Villanueva Bailón, Erika Daniela Albino Jiménez, Evelin Joseline Pérez Cisneros, Norma Gabriela Cortés de la Cruz.

FES Iztacala, UNAM.
dinkmaiden@gmail.com

RESUMEN

La migración puede clasificarse en interna, internacional, laboral, por emergencia y la irregular, casi todas las anteriores cuentan con autorización del país de recepción a partir de los trámites migratorios establecidos, no así la irregular, en donde los migrantes carecen de documentos y trámites que autorice la entrada a un país ajeno a su nacionalidad, lo que genera un sin fin de irregularidades en su tránsito o permanencia.

Históricamente se ha registrado un incremento del 60% de migrantes que ingresan a territorio mexicano, por lo que conocer si estos cuentan con un esquema de salud que permita su tránsito o permanencia segura en el país se hace indispensable, por lo tanto, la presente investigación fue abordada a partir de la vacunación. En el caso de México, nuestro territorio era utilizado por los migrantes irregulares como una ruta de tránsito, ya que la finalidad era llegar al país del Norte para establecer su residencia, sin embargo, en la última década esta perspectiva ha sufrido cambios y cada vez más migrantes buscan quedarse en nuestro país.

Entre todos los derechos que los migrantes adquieren al ingresar a nuestro país de acuerdo con la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH), se reconoce que los migrantes pueden gozar de todos los derechos que reconoce la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los Instrumentos Internacionales suscritos por el Estado Mexicano, incluido el derecho la salud.

La presente investigación tuvo un diseño cuantitativo, observacional, transversal, prospectivo y descriptivo, con el objetivo de conocer el esquema de vacunación nativo y los factores que contribuyen a no cubrir el esquema de vacunación que se ofrece en nuestro país, para lo cual se diseñó un instrumento de tipo inventario que se aplicó a 95 migrantes de Venezuela, Honduras, Ecuador, Haití y El Salvador a quienes se contactaron en un Campamento Migrante afuera de la Oficinas de la COMAR 1, ubicada en el municipio de Naucalpan de Juárez.

Dentro de los hallazgos obtenidos, tenemos que la media de edad fue de 31±.99, en cuanto al sexo 34.7% son mujeres y 65.3% hombres, con relación a la vacunación encontramos que el 63.2% no cuentan con cartilla de vacunación, el 23.2% si y el 13.7% la tienen en formato digital, en cuanto a los migrantes que han acudido a buscar vacunación México el 11.7% no ha asistido, por el otro lado es preocupante que el 88.3% no ha acudido ya que, persiste el temor a la deportación a pesar de que existen diferentes programas dirigidos a la atención de la salud, lo anterior cobra relevancia ya que el 62% de los migrantes consideran quedarse en México como residentes permanentes.

Los resultados evidencian una baja cobertura de vacunación en migrantes, asociada al desconocimiento y a esquemas incompletos. Esta situación representa un riesgo para la salud pública y la propia salud de los migrantes, lo que exige fortalecer estrategias de educación, acceso y atención preventiva, siendo un área de suma relevancia para la Enfermería.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos tres años se ha registrado un creciente número de migrantes irregulares dentro del territorio mexicano. Tomando como referencia a partir del año 2022 respecto al 2023, se registró un aumento del 60% en el ingreso migratorio dando un total de 71.206 casos. [1]

De acuerdo con la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH), se reconoce que los migrantes pueden gozar de todos los derechos que reconoce la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los Instrumentos Internacionales suscritos por el Estado Mexicano, incluido el derecho a la salud. [2] Al respecto, la Ley General de Salud estipula en su artículo 157 Bis. 1º que toda persona residente en territorio nacional tiene derecho a recibir de manera universal y gratuita en cualquiera de las dependencias y entidades de la administración Pública del Sistema Nacional de Salud, las vacunas contenidas en el Programa de Vacunación Universal independientemente del régimen de seguridad o protección sociales al que pertenezcan.[3]

Cabe mencionar que los objetivos de las vacunas son: la reducción de la morbilidad y mortalidad por enfermedades bacterianas o virales, lo que contribuye a generar anticuerpos que neutralicen y destruyan los agentes externos nocivos, fortaleciendo de esta manera el sistema inmunitario en la población.

La Internacional Organization for Migration en su estudio “MIGRANT INCLUSION IN COVID-19 VACCINATION CAMPAINGS” en 2021, tuvo como objetivo indagar las principales brechas y barreras para el acceso de la vacunación de COVID-19 en los migrantes de diferentes países, además de evaluar el porcentaje de alcance que ha obtenido la aplicación de dicha vacuna. Los resultados más sobresalientes fueron que dentro de la región de América central, norte América y el Caribe solo el 7% de los migrantes irregulares tuvieron acceso a la vacunación; mientras que en América del sur solo el 3% han sido vacunados. Con dicha organización concluye que los principales motivos por los cuales no se ha obtenido un mayor alcance en la vacunación con los migrantes es por el miedo que tienen a ser deportados, además de no contar con identificaciones recientes que avalen su identidad y nacionalidad.[4]

De acuerdo con la nota técnica *'El acceso a la salud de la migración irregular en México'* publicada por el Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social (CIESS) y la Comisión Americana de Salud, Bienestar y Seguridad Social en 2021, se mencionan las barreras del acceso a la salud que los migrantes en situación irregular enfrentan en México y las soluciones que el país ha propuesto e implementado para la solución de la problemática. Entre los resultados que se mostraron, el principal obstáculo se encuentra en las leyes de países por los cuales transitan ya que ellos no son la prioridad, por otro lado, se presenta el temor a la deportación, por ello el marco legal se ha diseñado para el acceso a la salud dentro de toda la población dando prioridad a los grupos más vulnerables y buscando que para el año 2030 la salud universal sea una realidad. [5]

Durante el año 2023 en México se registró un aumento en el ingreso de migrantes irregulares de distintos países, por mencionar algunos: Venezuela con 29%, Honduras 15%, Ecuador 9%, Haití 6% y El Salvador con 3% [.6]. Este flujo de movilidad poblacional incrementa el interés epidemiológico por las enfermedades emergentes. Al respecto, una enfermedad emergente se define como aquella ocasionada por virus, bacterias u hongos que se establece en la población humana o animal por primera vez, o que habiendo existido previamente, adquiere rápidamente un carácter epidémico o se convierte en una amenaza para regiones donde antes no existía. [7]

El sistema de salud tiene un impacto importante en la prevención de enfermedades transmisibles por lo que para prevenir estos riesgos se debe tener precaución en trastornos neurológicos progresivos, casos en los cuales se recomienda retrasar la vacunación de la tosferina hasta la estabilización del proceso.

Realizando una comparativa entre las cartillas de vacunación de estos países y México se pudo observar que el esquema de vacunación mexicano cuenta con 12 vacunas, excluyendo la polio, triple bacteriana, anti haemophilus, varicela, fiebre amarilla, fiebre tifoidea y antirrábica, teniendo en cuenta que la vacuna antirrábica no se incluye en el esquema de vacunación mexicano, sin embargo, se puede acceder a esta cuando ocurre un evento donde la persona requiera su aplicación.

La presente investigación tiene como finalidad identificar y analizar los antecedentes de vacunación de los países que más afluencia de migrantes tienen en México, haciendo una comparativa de los

esquemas de vacunación de estos y el país residente, utilizando métodos estadísticos para determinar las relaciones entre las variables.

Conocer esta información puede ayudar a Enfermería a identificar las brechas y desafíos en el acceso de vacunación entre la población migrante lo cual permitirá el desarrollo de estrategias de intervención para la mejora de la práctica en enfermería, apoyándose de programas de prevención y agilizando la aplicación de los reactivos biológicos para la inmunización en la población migrante, así como los cuidados necesarios; contribuyendo a la implementación de nuevas políticas en la salud pública.

TEORÍA

La migración puede clasificarse en interna, internacional, laboral, por emergencia y la irregular, casi todas las anteriores cuentan con autorización el país de recepción a partir de los trámites migratorios establecidos, no así la irregular, en donde lo migrantes carecen de documentos y trámites que autorice la entrada a un país ajeno a su nacionalidad, lo que genera un sin fin de irregularidades en su tránsito o permanencia. [8]

En el contexto mexicano, se han impulsado iniciativas gubernamentales desde administraciones previas para fortalecer la vigilancia epidemiológica en las fronteras norte y sur. Si bien el marco jurídico nacional – sustentado en la Ley de Migración y la Constitución Política – garantiza el derecho a la salud de manera universal e independiente del estatus migratorio, existe una brecha significativa entre la normativa y la práctica clínica. En el entorno operativo, persiste una notable escasez de recursos materiales y una deficiente difusión de los derechos sanitarios entre la población en movilidad. Esta desarticulación entre las políticas públicas y la realidad operativa en sitios de alta concentración, como el Valle de México, justifica la necesidad de evaluar el acceso real a esquemas de vacunación desde una perspectiva en enfermería transcultural.

Algunas de las adversidades que enfrentan los migrantes son: la exposición al calor extremo frio, nieve, lluvia, cansancio, escasez en el acceso de alimentos y agua, accidentes, enfermedades infecciosas, deshidratación e incluso los riesgos relacionados con la policía y/o autoridades corruptas, acción del crimen organizado o delincuentes furtivos. Al llegar a tierras mexicanas, los migrantes son atendidos por médicos privados de atención primaria y muchos son valorados como cualquier habitante nacional sin tomar en cuenta las circunstancias por las cuales han pasado o incluso por la portación de enfermedades endémicas como paludismo, tuberculosis o VIH positivos.

El perfil de la población migrante correspondió a adultos jóvenes con un promedio de edad de 29.9 años, más de la mitad con hijos (64,7%). De acuerdo con su país de origen, la mayoría es procedente de Centroamérica, principalmente de Honduras (43%), el Salvador (20.8%) y Guatemala. Se puso de manifiesto la carencia de accesibilidad a la salud y conocimiento de derechos y leyes que los respaldan; a pesar de contar con un estado de salud óptimo al comenzar su viaje, esta se ve comprometida por la movilidad continua entre fronteras, lo que provoca su deterioro.

En 2019, la Organización Internacional para las Migraciones (OIM) vacunó a 141,000 migrantes antes de su partida a más de 80 países, administrando un amplio espectro de biológicos para prevenir enfermedades como hepatitis, sarampión y tétanos. Esta iniciativa buscó mejorar la salud de la población migrante y elevar las tasas de cobertura inmunológica en el contexto de movilidad internacional. [9]

A través de estudios recientes se comprobó que las tasas de vacunación frente a neumococo, varicela y rotavirus en población migrante eran muy diferentes a las de la población autóctona (60%, 32% y 10%, respectivamente), y el factor de riesgo más importante asociado a la baja cobertura de vacunación fue la falta de asistencia a los controles pediátricos de salud. Por otro lado, las metas de cobertura vacunal institucional en México oscilan históricamente entre el 95% y el 97%², evidenciando la brecha de oportunidad de atención en este sector vulnerable. lo que indica que sigue

existiendo sujetos no protegidos frente a enfermedades inmunoprevenibles mediante vacunas, agranda la bolsa susceptible lo que da lugar a la aparición de epidemias, especialmente por la exclusión a estos grupos en asentamientos improvisados.

La omisión o consideración de los migrantes en situación irregular logró representar la reducción de inequidades mientras que los mecanismos de registro permitieron analizar cómo el Estado podría adaptarse a las necesidades de los migrantes en situación irregular para integrarlos, o solicitar que se adapten a los canales convencionales. Por otra parte, las prácticas utilitaristas de las grandes economías de ingreso medio alto con capacidad adquisitiva limitada a adoptar una estrategia de compra diversificada, así como adoptar prácticas necro políticas que invalidan los derechos de la población migrante, en especial los niños a los cuales se niega su derecho de prioridad y a la salud.

Sería aconsejable limitar la vacunación de turistas que se internen con la única intención de recibir la vacuna, toda vez que esto desfasaría la campaña de vacunación. Una campaña informativa puede incidir positivamente en la población al circular datos sobre cómo y dónde se llevarán a cabo jornadas de vacunación para la comunidad migrante. Valdría la pena expandir esta campaña mediática a periódicos, mensajes en redes sociales y servicios de mensajería digital. De igual forma al mantener un registro se pueden obtener estadísticas confiables lo cual permite sopesar si la población migrante se está vacunando.

México, Brasil y Chile se destacan en el ranking de vacunación antigripal, al combinar los grupos prioritarios y las CV (Cobertura Vacunal) alcanzadas. La vacunación de poblaciones especiales es liderada por Uruguay y Argentina, segunda por Brasil, México y Chile. Sin embargo, México cuenta con varias deficiencias como la CV, calendarios atrasados y brechas programáticas. La finalidad de visualizar las diferencias vacunales es mostrar la deficiencia y poder reducir las mismas. [10]

Brasil cuenta con vacuna de fiebre amarilla, enfermedad erradicada en México desde 1923 y a pesar de esto se corre el riesgo de reintroducirla en el país. De acuerdo con la OMS, los casos de fiebre amarilla han aumentado en las dos últimas décadas debido a la disminución de inmunidad de la población, la urbanización, la movilidad masiva de migrantes y el cambio climático. Por su parte, la UNICEF ha observado que 1 de cada 4 niños de Latinoamérica carece de vacunas vitales, lo que retrocede las tasas de cobertura de inmunización a los niveles de hace 30 años. [11]

METODOLOGIA

Diseño de Investigación: Estudio de enfoque cuantitativo con diseño no experimental de tipo descriptivo, observacional, transversal y prospectivo.

Población muestra: Personas migrantes 95 migrantes (n=95) procedentes de Venezuela, Honduras, Ecuador, Haití y El Salvador. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando a sujetos presentes en los puntos de recolección durante el periodo de estudio en 2025.

Escenario de estudio: La recolección se efectuó en un Campamento Migrante ubicado en los límites de las alcaldías Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero, así afuera de las Oficinas de la COMAR 1 en el municipio de Naucalpan de Juárez. Estos sitios fueron seleccionados por su alta densidad de población migrante en gestión administrativa.

Variables: Se analizaron los antecedentes de salud, el acceso efectivo a servicios de inmunización y las barreras sociodemográficas encontradas en la Ciudad y el Valle de México.

Instrumento: Se empleó un cuestionario estructurado de 27 ítems de opción múltiple, diseñado para captar de forma cuantitativa el historial vacunal y los obstáculos percibidos por la población de movilidad.

Análisis de Datos: El procedimiento de la información se realizó mediante un programa SPSS, aplicando estadística descriptiva para la caracterización de las frecuencias y porcentajes de los resultados.

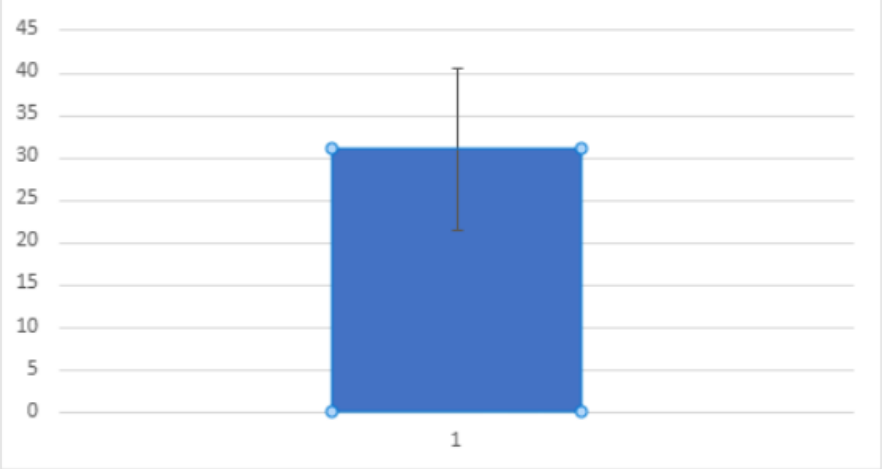
Consideraciones Éticas: El estudio se fundamentó en el principio de autonomía, asegurando que la participación fuera estrictamente voluntaria. Se verificó que los participantes poseyeran la capacidad cognitiva necesaria para comprender los alcances de la investigación, formalizando su aceptación mediante la entrega del consentimiento informado debidamente firmado, garantizando la confidencialidad y trato digno.

RESULTADOS

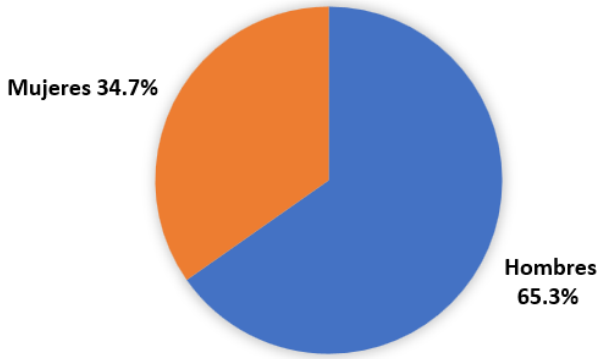
El estudio se realizó a personas migrantes con la media de la edad fue de 31 ± .99, en cuanto al sexo 34.7% son mujeres y 65.3 % hombres. El 63.2 % no cuentan con cartilla de vacunación, el 23.2 % si y el 13.7% la tiene en formato digital. Al analizar el trayecto migratorio, se identificó que el lugar de procedencia de este grupo es principalmente de Venezuela con 78.9% de los encuestados. El resto de la muestra se distribuye en menores proporciones entre Haití 10.5%, Honduras 3.2% y El Salvador 2.1%. En relación con el tiempo de estancia en el territorio mexicano; se observó que, el 55.8% lleva menos de 1 año en el país, seguido por el 42,1% que ya lleva 1 año y el 2.1% con más de 3 años. Por otra parte, sobre el conocimiento de los beneficios de la vacunación, el 64.5% de la muestra refirió no tener conocimiento, mientras que el 35.5.% si lo tiene. Además, en la aplicación de vacunas en centro de salud; se identificó que el 88.3% no ha acudido ya que, persiste el temor a la deportación a pesar de que existen diferentes programas dirigidos a la atención de la salud; 23.1% desconocen donde se apliquen solo el 11.7% si ha acudido. Mientras que 8.4% ha sufrido discriminación por parte del servicio de salud y 2.1% respondieron que no les gusta o no lo necesitan. El 62% de los migrantes consideran quedarse en México como residentes permanentes.

Los resultados evidencian una baja cobertura de vacunación en migrantes, asociada al desconocimiento y a esquemas incompletos. Esta situación representa un riesgo para la salud pública y la propia salud de los migrantes, lo que exige el fortalecimiento de estrategias de educación, acceso y atención preventiva, siendo un área de suma relevancia para la Enfermería.

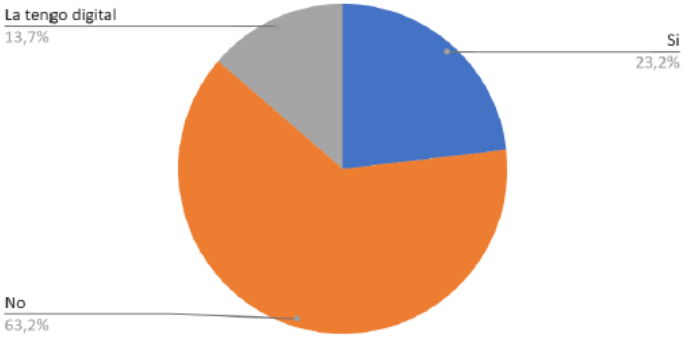
Gráfica 1. Media de la edad.



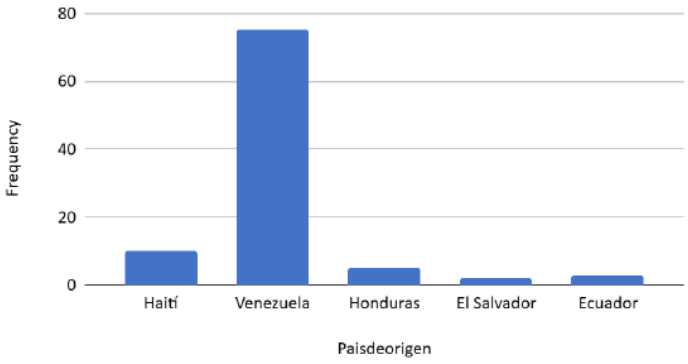
Gráfica 2. Migrantes por sexo.



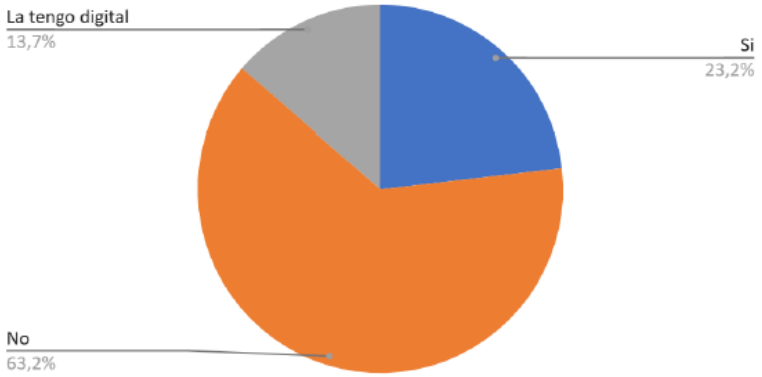
Gráfica 3 Migrantes con cartilla de vacunación



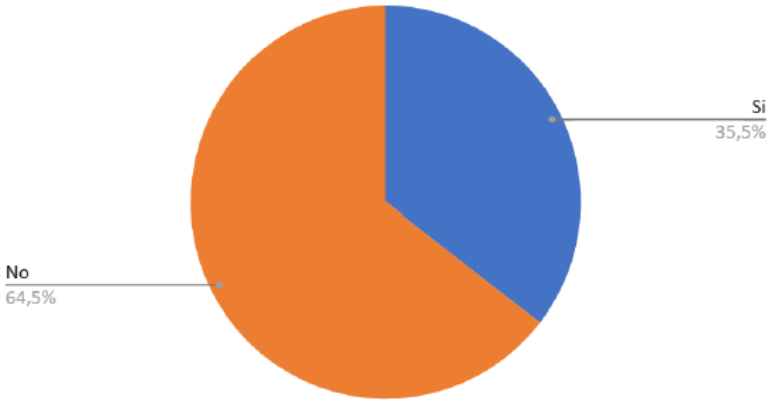
Gráfica 4. País de origen.



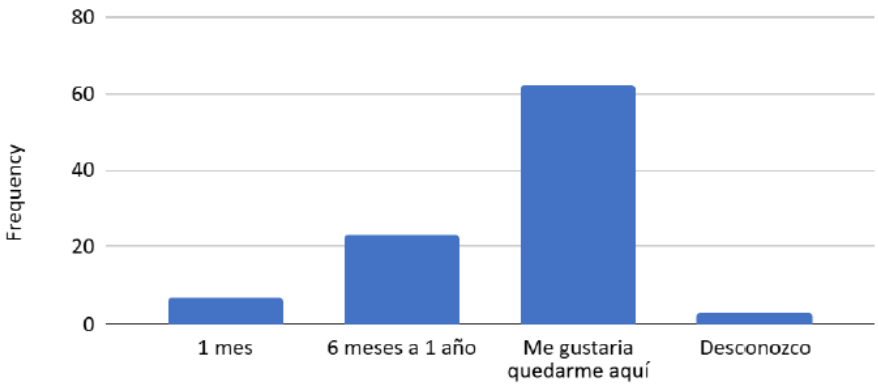
Gráfica 5. Cartilla de vacunación.



Gráfica 6. Conocimiento de los beneficios de la vacunación.



Gráfica 7. Tiempo que tienen contemplado permanecer en el país.



De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de estudio presenta una media de edad de 31 años, con un predominio del sexo masculino y solo un 34.7% de participación femenina; asimismo, el 78% de los encuestados reportó ser originario de Venezuela. Respecto a su situación migratoria, el tiempo de permanencia dentro del país ha sido de un año y el 62% considera la idea de establecerse aquí. En el ámbito de la salud, se evidencia una severa vulnerabilidad: el 63.2% no porta su cartilla de vacunación y el 64.5% desconoce los beneficios de la inmunización. Esta situación se ve reflejada en que el 88% de los participantes no ha acudido a la aplicación de vacunas, señalando como motivos principales el miedo a la deportación y el desconocimiento de los centros de salud disponibles.

CONCLUSIONES

El acercamiento a la población migrante en esta investigación permitió conocer las necesidades de este sector, el cual se observa en situación de abandono. Entre los hallazgos destaca que la mayoría desconoce los beneficios de las vacunas; por lo tanto, se presume que no todos cuentan con un esquema de vacunación completo. Asimismo, las barreras de acceso a la salud se deben principalmente a una baja percepción de necesidad, falta de interés o temor a la deportación, a pesar de la existencia de programas de atención médica en centros cercanos a su localidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Internacional para las Migraciones. Boletín de Estadísticas Migratorias para México: Primer Trimestre 2024 [Internet]. Ciudad de México: OIM México; 2024 [citado 2 jun 2026]. Disponible en: https://mexico.iom.int/sites/g/files/tmzbdl1686/files/documents/2024-07/oim-boletin-estadisticas-migratorias-mexico-t12024.pdf
2. Comisión Nacional de los Derechos Humanos. Derechos de las personas migrantes: una guía para las y los servidores públicos [Internet]. Ciudad de México: CNDH; 2016 [citado 2 jun 2026]. Disponible en: http://appweb.cndh.org.mx/biblioteca/archivos/pdfs/cartilla_DH_Migrantes_SP.pdf
3. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud [Internet]. México: Diario Oficial de la Federación; 1984 [última reforma publicada 2024; citado 2 jun 2026]. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf
4. International Organization for Migration. Migrant inclusion [Internet]. Geneva: IOM; 2021 [citado 2 jun 2026]. Disponible en: https://www.iom.int/sites/g/files/tmzbdl486/files/documents/IOM-Vaccine-Inclusion-Mapping-10Sep2021-Global.pdf
5. Manchinelly Mota ED; Comisión Americana de Salud, Bienestar y Seguridad Social. El acceso a la salud de la migración irregular en México [Internet]. Ciudad de México: Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social (CIESS); 2021 [citado 2 jun 2026]. Nota técnica No. 2. Disponible en: https://home.ciess.org/wp-content/uploads/2023/01/El-acceso-a-la-salud-de-la-migracio%CC%81n-irregular-en-Me%CC%81xico.pdf
6. Secretaría de Gobernación. Boletín Mensual de Estadísticas Migratorias 2023 [Internet]. México: SEGOB, Unidad de Política Migratoria, Registro e Identidad de Personas; 2023 [citado 2 jun 2026]. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12995293/
7. Organización Panamericana de la Salud. Enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes [Internet]. Washington, D.C.: OPS/OMS; 2021 [citado 2 jun 2026]. Disponible en: https://www.paho.org/en
8. Organización Internacional para las Migraciones. Fundamentos de la migración: Glosario sobre Migración [Internet]. Ginebra: OIM; 2019 [citado 2 jun 2026]. Derecho Internacional de la Migración N° 34. Disponible en: https://www.iom.int/es/fundamentos-de-la-migracion
9. Organización Internacional para las Migraciones. Servicios de vacunación en los programas de evaluación de la salud de los migrantes de la OIM [Internet]. Ginebra: OIM; 2020 [citado 2 jun 2026]. Disponible en: https://www.iom.int/sites/g/files/tmzbdl2616/files/our_work/DMM/Migration-Health/mhd_infosheet_vaccination_hap_16.06.2020_es.pdf

10. Comandé DR, de la Puente MM, Vizzotti C. Ranking de los programas de vacunación en América Latina, 2020. Rev Panam Salud Publica [Internet]. 2024 [citado 3 Jun 2026];48:e15. Disponible en: https://journal.paho.org/es/articulos/ranking-programas-vacunacion-america-latina-2020
11. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. El Estado Mundial de la Infancia 2023: Para cada infancia, vacunación [Internet]. Panamá: Oficina Regional de UNICEF para América Latina y el Caribe; 2023 [citado 3 Jun 2026]. Disponible en: https://www.unicef.org/argentina/comunicados-prensa/la-vacunaci%C3%B3n-infantil-en-am%C3%A9rica-latina-y-el-caribe-registra-el-mayor-descenso

MACHINE LEARNING EN SALUD PÚBLICA: ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y RIESGO MATERNO EN EL TERRITORIO MEXICANO (2002-2024)

Elena Elsa Bricio-Barrios[1], Mónica Rios-Silva[2], Ana Rosa Virgen-Solano[3], Santiago Arceo-Díaz[4], Xóchitl Trujillo[4], Jaime Alberto Bricio-Barrios[2] y Yolitzy Cárdenas[4]

[1] Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México/Instituto, Tecnológico de Colima. [2] Facultad de Medicina, Universidad de Colima. [3] Instituto Politécnico Nacional, Unidad Cicata-Legaria. [4] Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima.
santiagoarceo@ucol.mx

RESUMEN

La mortalidad materna representa un indicador crítico de la desigualdad social y de la eficiencia de los sistemas de salud pública en México [1]. A pesar de los esfuerzos institucionales, persisten variaciones regionales y factores externos que alteran las tendencias de salud reproductiva. El presente estudio analiza una base de datos de la Secretaría de Salud compuesta por 23,278 registros de defunciones maternas ocurridas entre los años 2000 y 2024 [2].

La metodología empleada consistió en un análisis longitudinal de tendencias temporales y espaciales, evaluando disparidades por entidad federativa y municipio. Asimismo, se implementaron técnicas de aprendizaje automático mediante el algoritmo Random Forest para identificar las combinaciones de variables sociodemográficas (como edad, escolaridad, derechohabiencia y asistencia médica) [3] que mejor predicen el riesgo de mortalidad.

Los resultados muestran que la tendencia general de las defunciones maternas fue a la baja hasta 2019, momento en que la pandemia de COVID-19 provocó una reversión significativa con un pico en 2021. A nivel geográfico, el Estado de México, Chiapas y Veracruz concentraron la mayor incidencia, observándose además una movilidad marcada de pacientes hacia centros urbanos para recibir atención. Cualitativamente, causas tradicionales como la eclampsia y la preeclampsia severa han mostrado un descenso progresivo, mientras que causas indirectas relacionadas con enfermedades virales y del sistema respiratorio presentaron picos ascendentes.

El modelo predictivo logró un equilibrio moderado (F1-score de 0.66) en la identificación de casos de alto riesgo, destacando que el estado conyugal, el tamaño de la localidad y la asistencia médica son factores determinantes en la vulnerabilidad de las poblaciones. Se concluye que el monitoreo de tendencias y el uso de herramientas analíticas permiten anticipar riesgos, siendo fundamental fortalecer la infraestructura de salud en regiones con alta movilidad y vulnerabilidad sociodemográfica para consolidar la reducción de la mortalidad materna en el país.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio analiza una base de datos de la Secretaría de Salud-IMSS Bienestar compuesta por 23,278 registros de defunciones maternas ocurridas entre 2000 y 2024. La metodología empleada consistió en un análisis longitudinal de tendencias temporales y espaciales, evaluando disparidades por entidad federativa y municipio. Se usaron técnicas como regresiones polinomiales y estocásticas, además de aprendizaje automático con el algoritmo Random Forest, para identificar las combinaciones de variables sociodemográficas (como edad, educación y asistencia médica) que mejor predicen el riesgo de muerte. Los resultados muestran que la tendencia general de las defunciones maternas fue a la baja hasta 2019, momento en que la pandemia de COVID-19 provocó una reversión significativa con un pico en 2021. Cualitativamente, causas tradicionales como la eclampsia y la preeclampsia severa han mostrado un descenso progresivo; no obstante, en la ciudad de León, Guanajuato, este patrón no es consistente. El modelo predictivo identificó a partir de la base

de datos analizada que el estado civil, el tamaño de la localidad y la asistencia médica son factores clave en la vulnerabilidad de las mujeres gestantes.

La mortalidad materna es el término que refiere la muerte de mujeres durante el embarazo, el parto o en los 42 días siguientes al final del parto. Estos decesos tempranos pueden relacionarse con complicaciones obstétricas, tales como hemorragias, trastornos hipertensivos del embarazo, infecciones, abortos complicados o embolias obstétricas; y con comorbilidades previas o concurrentes, entre ellas diabetes tipo 2, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares o enfermedad renal. También pueden estar implicados factores externos como asistencia médica oportuna, la calidad de la asistencia médica, las condiciones socioeconómicas y las desigualdades territoriales [1].

La mortalidad materna es un indicador importante de salud pública a nivel mundial, pues refleja no solo la frecuencia de las complicaciones que ocurren durante el embarazo, parto y puerperio, sino también las condiciones de acceso, oportunidad y calidad de los servicios de salud. La OPS ha señalado que prácticamente todas las muertes maternas son evitables cuando las mujeres tienen asistencia médica de calidad [2].

En México, se han implementado diversas estrategias institucionales encaminadas a prevenir, vigilar y atender de manera oportuna a las mujeres en riesgo, como programas de atención materna y perinatal, sistemas de vigilancia epidemiológica, seguimiento de mujeres en riesgo y mecanismos de atención de emergencias obstétricas [3].

Una de las ventajas de las bases de datos disponibles y de libre acceso es que permiten construir modelos predictivos orientados a estimar el comportamiento de la mortalidad materna en el tiempo. Sin embargo, el tamaño, la heterogeneidad y la complejidad de estas bases de datos dificultan la identificación de patrones mediante una revisión descriptiva tradicional. Es por ello que el uso de inteligencia artificial, específicamente técnicas de machine learning.

El machine learning es una técnica basada en el aprendizaje automático a partir de datos, en la que los algoritmos identifican relaciones entre variables y generan reglas de clasificación o predicción. En este sentido, modelos como los árboles de decisión permiten establecer jerarquías entre las variables analizadas, identificar puntos de corte y representar los resultados mediante una estructura interpretable [4].

El algoritmo Prophet creado por Facebook/Meta permite hacer proyecciones más flexibles al tener en cuenta tendencias, cambios en el comportamiento de los datos y posibles componentes estacionales [5].

Teniendo en cuenta la necesidad de democratizar el acceso a información útil para la toma de decisiones en salud, este trabajo propone la creación de una aplicación web de libre acceso. Esta aplicación debe integrar registros históricos precargados del INEGI asociados a mortalidad materna, junto con variables externas como edad, escolaridad, derechohabiencia, ocupación, estado civil, densidad poblacional y sitio de defunción. El objetivo de esta herramienta es identificar de manera gráfica las tendencias nacionales y estatales de la mortalidad materna, así como identificar necesidades y áreas de oportunidad.

TEORÍA

La mortalidad materna permite observar desigualdades en salud. Una muerte materna puede reflejar fallas en la detección oportuna del riesgo, retrasos en la atención, barreras económicas, falta de infraestructura, distancia geográfica, baja calidad de la atención o condiciones de vulnerabilidad social [6].

El análisis de mortalidad materna en México es posible porque existen registros administrativos que son generados por las instituciones federales. El INEGI cuenta con la sección de Estadísticas de Defunciones Registradas. Su objetivo es generar y difundir información sobre el fenómeno de la mortalidad en el país. Esto permite estudiar variables como el año de defunción, entidad federativa, edad, escolaridad, derechohabiencia, ocupación, estado civil, tamaño de localidad, sitio de defunción y causa básica de muerte [7].

En el ámbito de la mortalidad materna, el machine learning puede ser utilizado para analizar la relación entre características sociodemográficas, territoriales y clínicas con diferentes perfiles de defunción. Por ejemplo, variables como edad, nivel educativo, derechohabiencia, ocupación, estado civil, entidad federativa, tamaño de localidad y lugar de defunción pueden analizarse conjuntamente para identificar agrupamientos, jerarquías o puntos de corte relevantes [8].

Entre los modelos interpretables se encuentran los árboles de decisión. Su principal ventaja es que los resultados pueden ser representados gráficamente, lo que facilita la interpretación por parte de usuarios no especializados. De esta forma, los árboles de decisión pueden contribuir a identificar perfiles de mayor vulnerabilidad o condiciones asociadas con determinados tipos de mortalidad materna [9].

Una manera de acercar la información pública a personal de salud y tomadores de decisiones, es a través del uso de aplicaciones web. Si bien las bases de datos oficiales se encuentran disponibles, su consulta puede requerir conocimientos técnicos, procesamiento previo o manejo de programas especiales [10]. Por ello, una aplicación web de libre acceso puede contribuir a la democratización del acceso a información útil para la toma de decisiones en salud [11].

PARTE EXPERIMENTAL

Se accedió a la página oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y se localizó la sección de Estadísticas de Defunciones Registradas. A continuación, de forma manual, se descargaron las bases de datos correspondientes al periodo de 2002 a 2024.

La Figura 1 muestra el flujo general de la aplicación web. Esto abarca desde la integración de las bases de datos oficiales o del usuario, la aplicación de criterios de inclusión, la visualización mediante histogramas, diagramas de dispersión y reportes, hasta el análisis predictivo temporal y la identificación de factores de riesgo asociados con salud, territorio y edad. A continuación se describen las características de cada módulo.

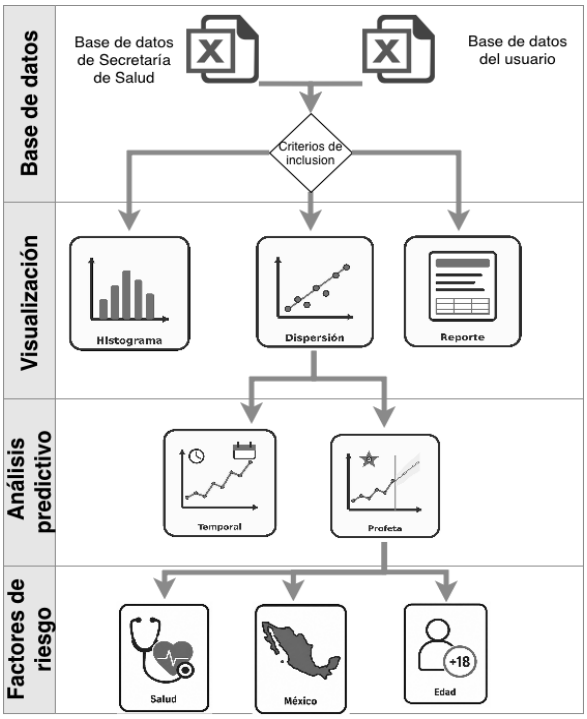


Figura 1. Diagrama de flujo de la aplicación web para el análisis de mortalidad materna en México.

- Base de datos: La plataforma cuenta con registros precargados del INEGI correspondientes al periodo 2002-2024. Adicionalmente, si el usuario dispone de una base de datos propia, puede cargarla en formato compatible para realizar el análisis dentro de la aplicación. Se llevó a cabo un proceso de limpieza de datos para cada registro. Se utilizaron criterios de inclusión que se relacionan con la identificación de muertes maternas, la disponibilidad de información sociodemográfica y la existencia de variables necesarias para el análisis en el tiempo, en el territorio y en el ámbito clínico.

  Para disponer de una herramienta integral, se crearon filtros que permiten obtener información a nivel nacional y por entidad federativa de las variables mencionadas. De esta manera, es posible observar cómo se ha comportado la mortalidad materna en México a lo largo del tiempo y cómo las políticas internas, condiciones territoriales y características de cada estado pueden relacionarse con el descenso, permanencia o posible estancamiento de estos fallecimientos.

- Visualización de datos: En este módulo, el usuario puede elegir una entidad federativa o consultar la información a nivel nacional para observar la tendencia temporal de las variables analizadas. Por ejemplo, puede visualizar la evolución de una causa de muerte en un estado en particular, compararla con otras entidades federativas o analizar el registro de estos fallecimientos a nivel nacional durante los 22 años incluidos en la base de datos.

  La visualización de datos incluye gráficos descriptivos como histogramas, diagramas de dispersión y reportes automáticos que permiten explorar la distribución de los registros, la frecuencia de las causas de defunción y su comportamiento en el tiempo. Además, se hace un aprovechamiento de estos registros mediante modelos de predicción basados en regresión polinomial y en el algoritmo Prophet, donde el usuario puede elegir el número de años a proyectar. Cabe mencionar que, al incrementar el tiempo de predicción, la calidad de la estimación puede reducirse; por tanto, se recomienda realizar proyecciones en periodos cortos, preferentemente de tres a cinco años, para conservar una interpretación más prudente de la tendencia.

Este módulo también permite estimar el comportamiento futuro de la mortalidad materna a partir de los registros históricos disponibles. Para ello, se incorporó un modelo de regresión polinomial, útil para identificar cambios generales de la variable respecto al tiempo, así como el algoritmo Prophet, que permite realizar proyecciones temporales considerando cambios en la tendencia de los datos.

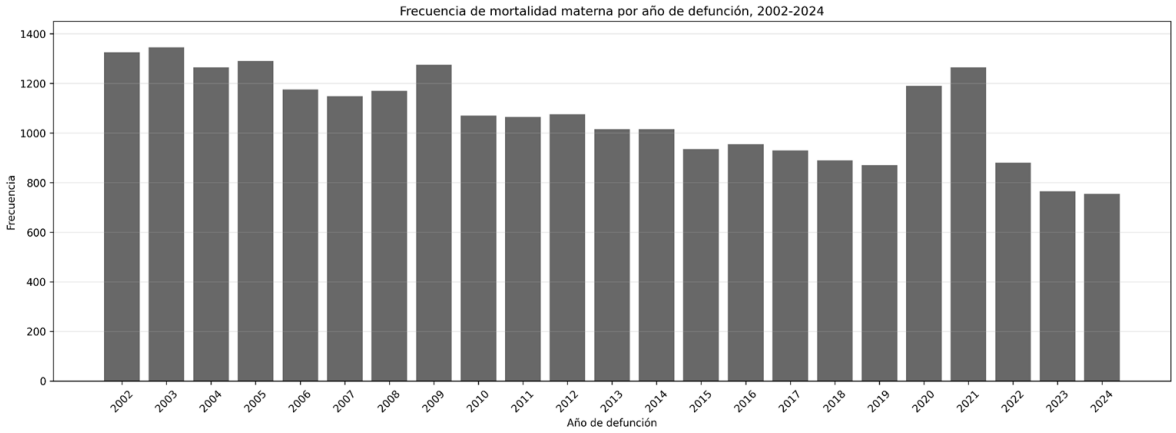
- Factores de riesgo: En este módulo se permite al usuario visualizar la relación entre las causas de muerte y las variables disponibles en la base de datos, así como su evolución histórica por entidad federativa o a nivel nacional. Esto permite explorar si determinadas causas de defunción se concentran en ciertos grupos de edad, niveles de escolaridad, condiciones de derechohabiencia, ocupaciones, estados civiles, sitios de defunción o regiones del país mediante un diagrama de barras apiladas.

  Dado que la mortalidad materna es multifactorial, se incluyó un mapa de calor o *heatmap* que permite identificar la relación entre variables sociodemográficas, territoriales y clínicas. Este tipo de visualización facilita reconocer asociaciones positivas o negativas entre variables, así como posibles combinaciones de características que requieren mayor atención en la vigilancia de mujeres gestantes.

  Finalmente, mediante técnicas de *machine learning*, se construyó un árbol de decisión que permite identificar cuáles son las variables más relevantes a nivel jerárquico, así como sus puntos de corte. De esta manera, la herramienta puede apoyar la identificación de perfiles de mayor vulnerabilidad y contribuir a que mujeres gestantes que cumplan con dichos criterios puedan ser canalizadas oportunamente a atención especializada.

RESULTADOS

En esta sección se mostrarán algunas gráficas generadas por la aplicación. Para el módulo de base de datos, se seleccionó el año de defunción materna desde 2002 hasta 2024.



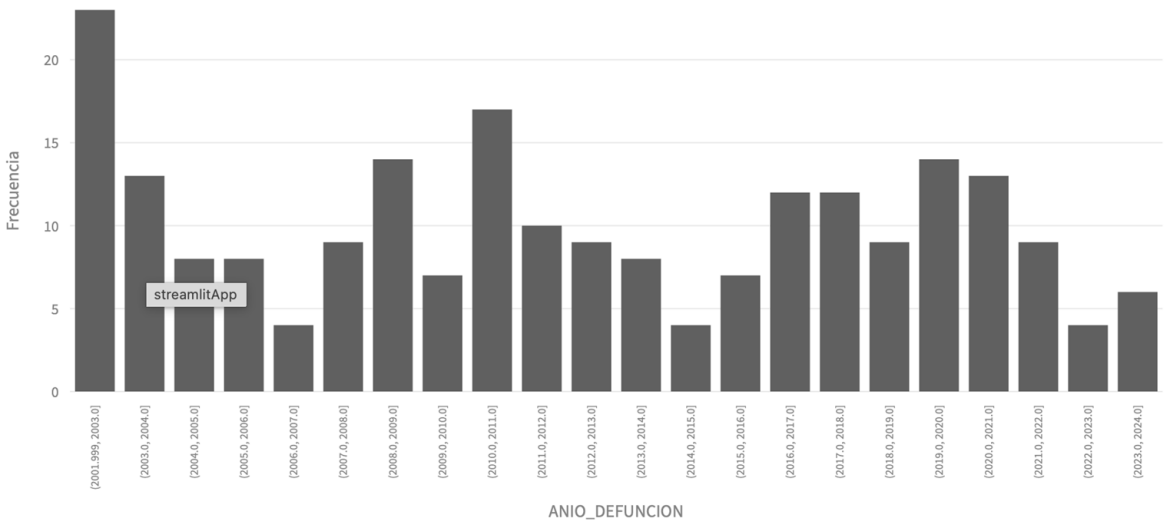
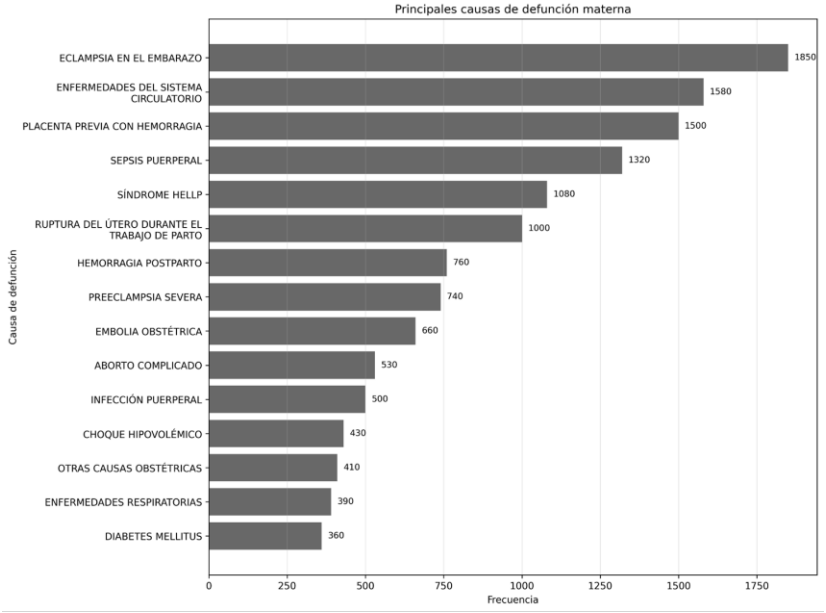


Figura 2. Histograma de la tasa de mortalidad materna a nivel nacional (arriba) y en León, Guanajuato (abajo), 2002–2024.

En la figura 2 se observa una tendencia general hacia la baja en los casos de mortalidad materna a nivel nacional durante el periodo analizado. Sin embargo, entre los años 2020 y 2022 se identifica un incremento en los registros, periodo correspondiente a la pandemia por COVID-19. A partir de esta gráfica no es posible determinar si dicho aumento se relaciona directamente con complicaciones ocasionadas por el virus respiratorio, con la saturación de los servicios de salud o con una combinación de ambos factores. Mientras que, los registros en la ciudad de León, Guanajuato, se observa una disparidad respecto al patrón nacional, por tanto, es importante realizar la planeación de políticas públicas con base a las necesidades de cada localidad.

De manera análoga, se realizó una comparativa de los registros nacionales respecto a León, Guanajuato, en referencia a la causa de muerte materna en el mismo periodo.



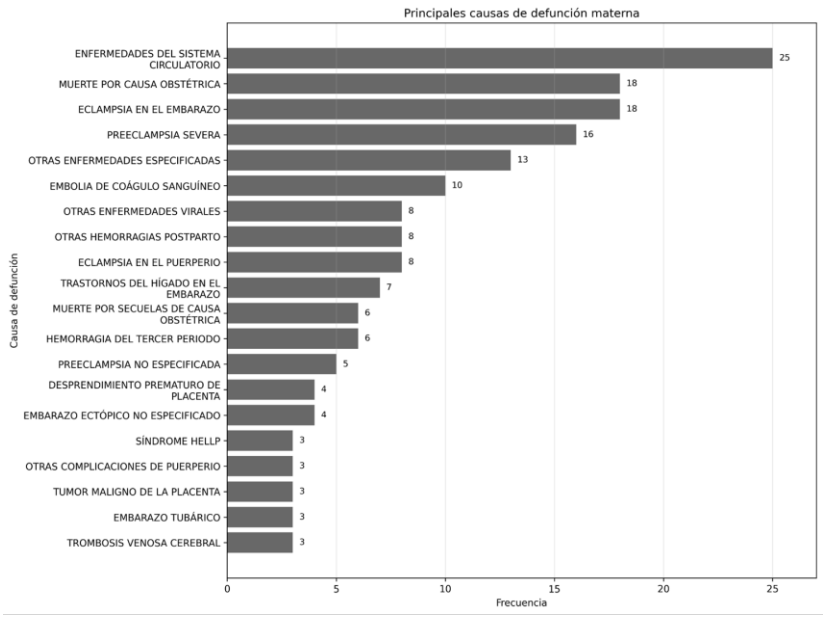


Figura 3. Histograma de las principales causas de muerte materna a nivel nacional (arriba) y en León, Guanajuato (abajo), durante el periodo 2002-2024.

La Figura 3 muestra la comparación de las causas de muerte materna a nivel nacional respecto a la ciudad de León, Guanajuato. En la parte superior se observa que la eclampsia representa la principal causa de muerte materna, seguida por enfermedades del sistema circulatorio y placencia previa con hemorragia. En cambio, en la ciudad de León se observa el intercambio en los primeros dos lugares y, en el tercero, eclampsia. Si bien existen diferencias en el orden de las causas, es de interés que la preeclampsia y eclampsia son enfermedades ocasionadas por el incremento de presión arterial, parámetro que puede ser regulado con medicamento de libre acceso y buenos hábitos alimenticios durante el embarazo.

Al consultar el módulo de Predicción de tendencias, se eligió nuevamente la relación de cantidad de defunciones respecto al tiempo con una proyección a 3 años. La Figura 4 muestra la trayectoria nacional y local.

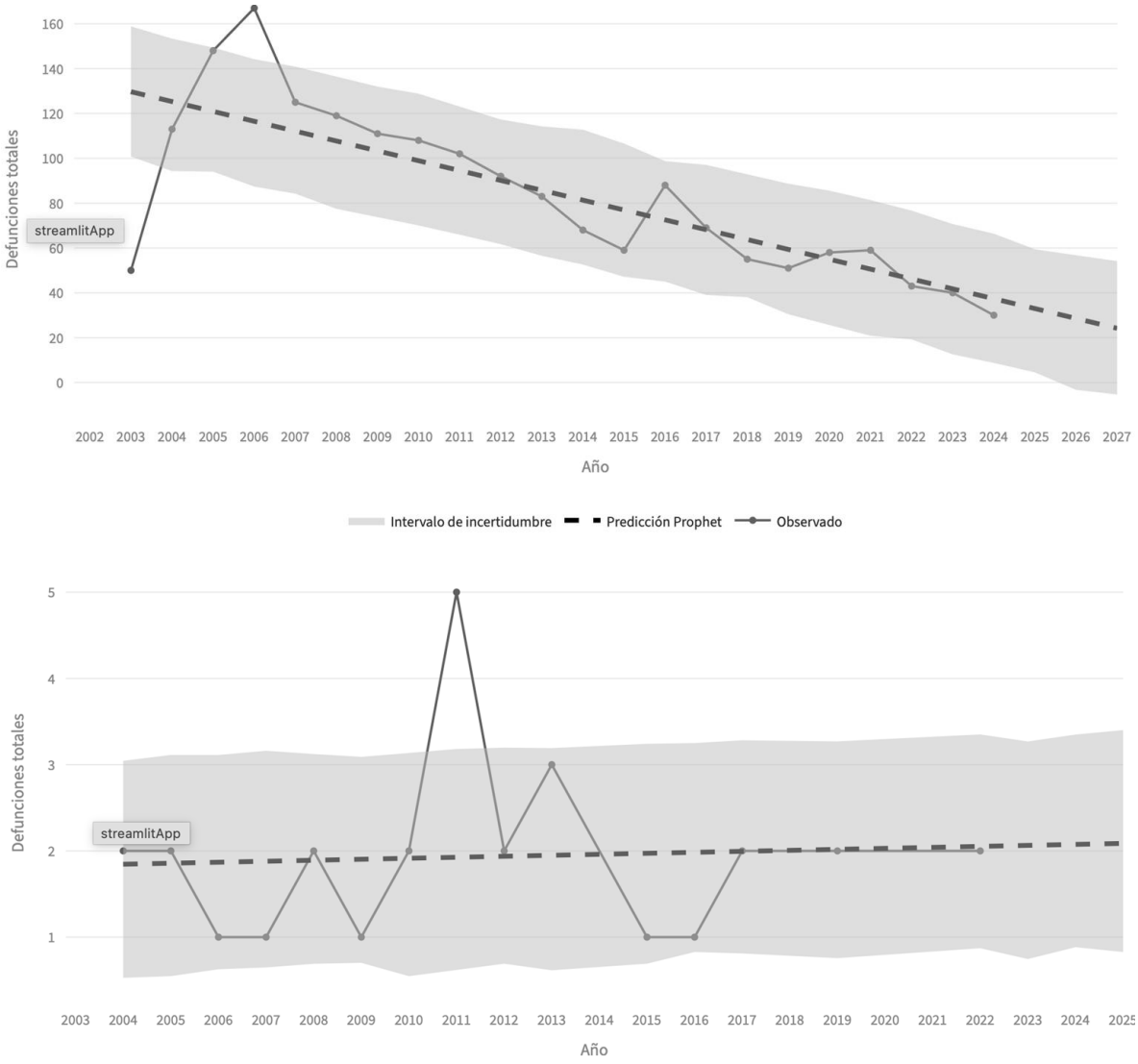


Figura 4. Proyección de mortalidad materna por eclampsia a nivel nacional (arriba) y en León, Guanajuato (abajo), durante el periodo 2002-2024.

En la Figura 4 se observan los registros históricos de defunciones maternas a causa de eclampsia. A nivel nacional, se identifica un descenso constante, pasando de 130 casos en el año 2002 a 25 casos en 2024, con una proyección estimada de 20 casos para el año 2027. En cambio, para la ciudad de León, Guanajuato, la cantidad de casos se ha mantenido relativamente constante, con aproximadamente 2 casos por año.

Este comportamiento muestra que, aunque la tendencia nacional presenta una disminución importante, a nivel local pueden existir patrones de persistencia que requieren un análisis específico. En este sentido, la visualización por entidad y municipio permite identificar zonas donde la reducción nacional no necesariamente se refleja con la misma intensidad.

Finalmente, se realizó de manera exploratoria un análisis de factores de riesgo asociados a la mortalidad materna. Como ejemplo de aplicación, se seleccionaron las variables edad, asistencia médica y densidad poblacional, tomando como desenlace el fallecimiento por eclampsia. La Figura 5 muestra un mapa de correlación de las relaciones entre las variables disponibles en la base de datos.

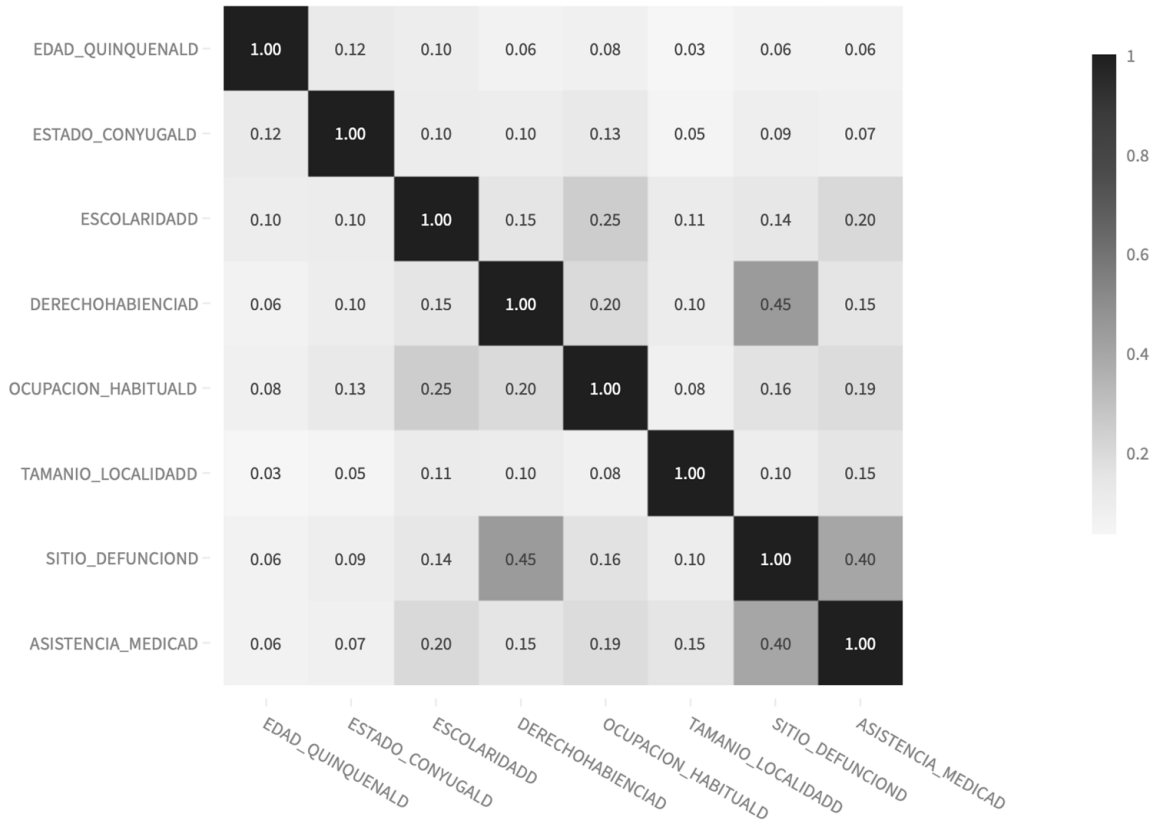


Figura 5. Mapa de correlación asociada a la mortalidad materna.

La Figura 5 muestra el mapa de calor de asociaciones entre variables sociodemográficas, territoriales y clínicas incluidas en la base de datos. En términos generales, se observan asociaciones bajas a moderadas, lo que confirma el carácter multifactorial de la mortalidad materna. Las asociaciones más altas se identificaron entre derechohabiencia y sitio de defunción, así como entre sitio de defunción y asistencia médica.

CONCLUSIONES

Este trabajo reporta la construcción de una aplicación web de libre acceso que utiliza los registros históricos del INEGI en la categoría de mortalidad materna. Los resultados mostraron que, al comparar las tendencias nacionales de fallecimientos con los registros reportados en León, Guanajuato, no es posible generalizar completamente el comportamiento nacional al contexto local. Por tanto, para este caso de estudio, se observa la importancia de analizar los registros a diferentes escalas territoriales antes de diseñar o fortalecer políticas públicas.

Por otro lado, al evaluar las principales causas de muerte, se observa que las enfermedades asociadas al incremento de la presión arterial, como la preeclampsia y la eclampsia, se encuentran entre las principales causas de mortalidad materna tanto a nivel nacional como en la ciudad de León. Estas complicaciones son de especial interés debido a que pueden prevenirse, detectarse oportunamente y tratarse mediante vigilancia prenatal, seguimiento clínico y asistencia médica especializada. Aunado a esto, se observó que los fallecimientos por eclampsia no han descendido de manera evidente en León, Guanajuato, mientras que a nivel nacional sí se identifica una disminución significativa.

La propuesta no pretende reemplazar los sistemas oficiales de vigilancia epidemiológica ni los análisis especializados en salud pública, sino complementar su utilidad a través de una plataforma visual, accesible e interpretable. Su valor está en convertir extensos registros administrativos en información organizada, gráfica y orientada a la identificación de patrones que apoyen el diseño y fortalecimiento de políticas públicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. del Carmen Elu, M., & Pruneda, E. S. (2004). Mortalidad materna: una tragedia evitable. *Perinatología y reproducción humana*, *18*(1), 44-52.
2. Águilar Setién, S. I. (2012). Una estrategia para la disminución de la mortalidad materna. Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología, 38(2), 281-289.
3. Ramírez-Palacios, P., Brenes-Monge, G. A., Poblano-Verástegui, O., Yáñez-Álvarez, I., Maya-Ríos, M. D., & Saturno-Hernández, P. J. (2026). Evaluación de una vía de atención integrada para la salud materna, neonatal e infantil. Salud Pública de México, 68(1 (ene-feb)), 72-83.
4. Guleria, M., Sharma, L., Malik, U., Singh, N., & Nigam, A. (2026). Role of Emerging Techniques in Data Mining. Computational Intelligence for a Greener Future: Innovations in Renewable Energy Systems: Integrating AI and Behavioral Insights to Drive Economic Efficiency and Sustainability, 437-448.
5. Mahajan, H. (2026). Comparative Study of Arima, Lstm and Prophet Models for Time Series Forecasting: A Comprehensive Review.
6. Leana, C. R., & Mendoza, D. K. D. (2026). Determinantes Sociales de la Salud Materna y Perinatal. Ibero Ciencias-Revista Científica y Académica-ISSN 3072-7197, 5(1), 3045-3051.
7. Secretaría de Salud de México. 2024. Base de datos de mortalidad materna, 2000–2024.htttp://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_muertematerna_gobmx.html
8. Al Mashrafi, S. S., Tafakori, L., & Abdollahian, M. (2026). Predicting early and late neonatal mortality using machine learning models in Oman. BMC Public Health, 26(1), 47.
9. Shah, S. (2026). Analytical Tools in Decision Making: Decision Tree, Influence Diagram, and Stochastic Modeling. In Innovative Decision-Making in Engineering: The Role of Cognition, Heuristics, and Human Factors (pp. 153-182). IGI Global Scientific Publishing.
10. Singhal, D., Singhal, A., Agarwal, S., Chauhan, A., & Chaudhary, A. (2026). Practical Application: Case Studies in 6G Healthcare. In Patient-Centric 6G (pp. 252-266). Auerbach Publications.
11. Reddy, S. (2026). Foundation for Artificial Intelligence-Driven Democratization of Healthcare Access. Learning Health Systems, 10(3), e70093.

PREVENCIÓN DE LA SÍFILIS NEONATAL MEDIANTE LA DETECCIÓN TEMPRANA EN EL MUNICIPIO DE NICOLÁS ROMERO, ESTADO DE MÉXICO

Beltran. TSA, González. GAM, Martínez. RDP, Piña. SDP, Rogríguez. MM, Rueda. RDI

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez
23318123@utfv.edu.mx

RESUMEN

La sífilis neonatal o sífilis congénita representa un problema de salud pública que continúa afectando a miles de recién nacidos en todo el mundo. A pesar de ser una enfermedad prevenible y tratable, su persistencia se relaciona principalmente con la falta de diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado durante el embarazo. La transmisión vertical de la bacteria *Treponema pallidum* puede ocasionar graves consecuencias para la salud materna y neonatal, incluyendo aborto espontáneo, muerte fetal, parto prematuro, bajo peso al nacer y alteraciones neurológicas, auditivas y visuales.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la importancia de la detección temprana de sífilis durante el embarazo como estrategia de prevención de la sífilis neonatal en el municipio de Nicolás Romero, Estado de México. Para ello se realizó una investigación descriptiva, con un diseño no experimental y de campo, ya que se enfoca en describir las acciones de prevención y detección temprana de la sífilis neonatal sin manipular variables, y se basa en la recolección directa de información basada en artículos científicos, documentos normativos nacionales e internacionales y reportes epidemiológicos recientes.

Los resultados muestran que el control prenatal temprano, la realización de pruebas serológicas durante el primer trimestre del embarazo y el tratamiento oportuno de las mujeres infectadas son medidas altamente efectivas para disminuir la transmisión materno-fetal. Asimismo, se identificó que la educación para la salud y el fortalecimiento de los programas de atención prenatal constituyen herramientas fundamentales para reducir la incidencia de esta enfermedad.

INTRODUCCIÓN

La sífilis es una infección de transmisión sexual causada por la bacteria *Treponema pallidum*. Aunque existen métodos efectivos para su diagnóstico y tratamiento, continúa siendo un problema importante de salud pública debido a su elevada capacidad de transmisión y a las complicaciones que puede generar cuando no es detectada a tiempo.

Durante el embarazo, la bacteria puede atravesar la placenta e infectar al feto, dando origen a la sífilis congénita o neonatal. Esta forma de la enfermedad representa una de las principales causas prevenibles de muerte fetal y neonatal en diversos países, especialmente en regiones donde existen limitaciones en el acceso a los servicios de salud.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que la eliminación de la sífilis congénita es una meta alcanzable mediante la detección temprana de la infección en mujeres embarazadas y la administración oportuna del tratamiento adecuado. Sin embargo, numerosos casos continúan presentándose debido a diagnósticos tardíos, controles prenatales insuficientes o falta de seguimiento médico.

En el municipio de Nicolás Romero, Estado de México, resulta fundamental fortalecer las estrategias de prevención y detección temprana debido al crecimiento poblacional y a la necesidad de garantizar

una atención prenatal de calidad. La identificación oportuna de mujeres embarazadas con sífilis puede evitar la mayoría de las complicaciones asociadas a la transmisión materno-fetal.

Por esta razón, el presente trabajo busca destacar la importancia de implementar medidas preventivas enfocadas en la detección temprana de la sífilis durante el embarazo, promoviendo la salud materna y neonatal mediante acciones de educación, vigilancia epidemiológica y acceso oportuno a los servicios de salud.

TEORÍA

La sífilis es una enfermedad infecciosa sistémica causada por la bacteria *Treponema pallidum*. Se transmite principalmente por contacto sexual, aunque también puede transmitirse de una madre infectada a su hijo durante el embarazo o el parto.

La enfermedad se clasifica en varias etapas: primaria, secundaria, latente y terciaria. En cualquiera de estas fases, una mujer embarazada puede transmitir la infección al feto si no recibe tratamiento adecuado.

La sífilis congénita ocurre cuando la bacteria atraviesa la barrera placentaria y afecta al producto en desarrollo. La probabilidad de transmisión es mayor durante las fases tempranas de la infección materna, aunque puede ocurrir en cualquier etapa de la enfermedad.

Entre las principales consecuencias de la sífilis neonatal se encuentran:

- Aborto espontáneo.
- Muerte fetal intrauterina.
- Parto prematuro.
- Bajo peso al nacer.
- Alteraciones neurológicas.
- Problemas visuales.
- Pérdida auditiva.
- Retraso en el crecimiento y desarrollo.

Debido a la gravedad de estas complicaciones, la detección temprana constituye una de las estrategias más importantes para la prevención de la enfermedad. Las pruebas serológicas, como VDRL y RPR, permiten identificar la infección incluso cuando la paciente no presenta síntomas clínicos.

Diversos estudios han demostrado que el tratamiento oportuno con penicilina durante el embarazo reduce significativamente el riesgo de transmisión vertical y mejora el pronóstico tanto de la madre como del recién nacido.

PARTE EXPERIMENTAL

La presente investigación es de tipo descriptiva, con un diseño no experimental y de campo, ya que se enfoca en describir las acciones de prevención y detección temprana de la sífilis neonatal sin manipular variables, y se basa en la recolección directa de información. Este enfoque permite analizar la situación actual de la prevención de la sífilis neonatal y comprender los factores que influyen en su aparición, así como las estrategias utilizadas para disminuir su incidencia.

La investigación se desarrolló mediante la recopilación y análisis de información proveniente de diversas fuentes documentales y científicas relacionadas con la sífilis neonatal y su prevención. Se revisaron artículos científicos, normas oficiales mexicanas, guías clínicas, reportes epidemiológicos

y documentos emitidos por organismos nacionales e internacionales especializados en salud materno-infantil. Entre las fuentes consultadas destacan la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Secretaría de Salud, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia.

Para la obtención de información se consideraron estudios enfocados en la transmisión materno-fetal de *Treponema pallidum*, los métodos de detección temprana durante el embarazo y las estrategias de prevención de la sífilis congénita. Asimismo, se analizaron datos relacionados con la importancia del control prenatal oportuno, el acceso a pruebas diagnósticas y el tratamiento adecuado de las mujeres embarazadas infectadas.

La información recopilada fue organizada y clasificada de acuerdo con los objetivos de la investigación. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo de los hallazgos encontrados en la literatura científica para identificar las principales causas asociadas a la persistencia de la sífilis neonatal y las medidas preventivas más eficaces para reducir su incidencia.

Además, se consideró el contexto social y sanitario del municipio de Nicolás Romero, Estado de México, con el propósito de identificar estrategias que puedan fortalecer la detección temprana de la enfermedad dentro de la población embarazada. El análisis permitió reconocer la importancia de implementar programas de educación para la salud, fomentar la asistencia temprana a los servicios prenatales y garantizar la realización de pruebas serológicas durante las primeras etapas del embarazo.

Finalmente, los datos obtenidos fueron interpretados con el fin de generar conclusiones que contribuyan al fortalecimiento de las acciones preventivas y al mejoramiento de la atención materno-infantil, favoreciendo la disminución de casos de sífilis neonatal y promoviendo embarazos más seguros para las mujeres del municipio de Nicolás Romero.

RESULTADOS

Se espera que los hallazgos de la presente investigación permitan identificar de manera clara la relación existente entre el control prenatal oportuno, la aplicación del tamizaje serológico y la disminución de casos de sífilis neonatal. A partir de la revisión de la literatura científica y de los documentos normativos consultados, se prevé demostrar que las mujeres embarazadas que reciben atención prenatal temprana y pruebas de detección de sífilis durante el primer trimestre presentan un menor riesgo de transmisión materno-fetal de *Treponema pallidum*.

Asimismo, se espera encontrar evidencia de que la detección oportuna de la enfermedad, acompañada de un tratamiento adecuado y seguimiento médico continuo, contribuye significativamente a la reducción de complicaciones maternas y neonatales asociadas a la sífilis congénita. Entre estas complicaciones destacan el aborto espontáneo, la muerte fetal, el parto prematuro, el bajo peso al nacer y diversas alteraciones neurológicas, auditivas y visuales en el recién nacido.

Los resultados también permitirán destacar la importancia de fortalecer las acciones de promoción de la salud y educación preventiva dirigidas a mujeres en edad reproductiva, así como fomentar la asistencia temprana a los servicios de atención prenatal. Se espera que la evidencia analizada demuestre que la información adecuada sobre infecciones de transmisión sexual y el acceso oportuno a los servicios de salud son elementos clave para la prevención de la sífilis neonatal.

Finalmente, se prevé que la investigación contribuya a generar propuestas orientadas al fortalecimiento de las estrategias de detección temprana y vigilancia epidemiológica en el municipio de Nicolás Romero, Estado de México, favoreciendo la disminución de nuevos casos y promoviendo mejores condiciones de salud para las mujeres embarazadas y sus hijos.

CONCLUSIONES

Con base en la revisión teórica y el análisis de fuentes científicas actuales, se identifica que la sífilis neonatal sigue siendo un problema de salud pública estrechamente relacionado con fallas en el control prenatal, principalmente el diagnóstico tardío y el tratamiento inadecuado de la sífilis gestacional. Estas deficiencias favorecen la transmisión materno-fetal de *Treponema pallidum* y el desarrollo de complicaciones clínicas en el recién nacido.

La evidencia analizada sugiere que los factores clínicos e inmunológicos maternos, como el estadio de la infección y la ausencia de tratamiento oportuno, influyen de manera significativa en la aparición de manifestaciones neonatales. Asimismo, se observa que la falta de acceso a servicios de salud, el desconocimiento de la enfermedad y el inicio tardío de la atención prenatal incrementan el riesgo de transmisión vertical y dificultan la detección temprana de los casos.

Los hallazgos revisados permiten reconocer que la aplicación sistemática de pruebas serológicas durante el embarazo, especialmente en el primer trimestre, constituye una de las estrategias más eficaces para prevenir la sífilis neonatal. De igual manera, el seguimiento continuo de las mujeres embarazadas y la administración adecuada del tratamiento con penicilina representan medidas fundamentales para disminuir la incidencia de la enfermedad y evitar complicaciones maternas y neonatales.

En el contexto del municipio de Nicolás Romero, Estado de México, resulta indispensable fortalecer las acciones de promoción de la salud, educación preventiva y vigilancia epidemiológica, con el propósito de fomentar el control prenatal oportuno y garantizar el acceso a métodos diagnósticos confiables. La participación activa del personal de salud en la identificación temprana de factores de riesgo puede contribuir significativamente a la reducción de nuevos casos.

Finalmente, se concluye que la prevención de la sífilis neonatal depende de la detección temprana, el tratamiento oportuno y la adecuada atención prenatal. La implementación de estrategias integrales enfocadas en la educación, el diagnóstico y el seguimiento de las mujeres embarazadas permitirá mejorar la salud materno-infantil y reducir el impacto de esta enfermedad prevenible en la población. Selene ABT, Ana MGG, María TFR, Dana PMR, Dalia IRR, Danna PPS, Moncerrat RM

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. (2023). Syphilis. World Health Organization.
2. Secretaría de Salud. (2022), Guía de Práctica Clínica: Diagnóstico y tratamiento de la sifilis durante el embarazo. CENETEC.
3. Organización Panamericana de la Salud. (2021). Guía para la eliminación de la sifilis congénita. OPS.
4. Organización Mundial de la Salud. (2022). WHO consolidated guidelines on HIV, viral hepatitis and STI prevention. OMS.
5. Centers for Disease Control and Prevention. (2024). Sexually transmitted infections. treatment guidelines. CDC.
6. Potter, P. A., Perry, A. G., Stockert, P. A., & Hall, A. M. (2021). Fundamentos de enfermeria (10. ed.). Elsevier.
7. Pender, N. J., Murdaugh, C. L., & Parsons, M. A. (2019). Health promotion in nursing practice (7th ed.). Pearson.

ANSIEDAD Y SU RELACIÓN CON EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA

Amada A. Morones-González, Adamari J. German-Cortés, Valeria B. Cortes-Campos, Miriam Méndez-Del Villar, Carlos A. Pelayo-Gervacio, César O. Ramos-García, Beatriz A. Andrade-Espinoza.

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
beatriz.andrade@academicos.udg.mx

RESUMEN

La ansiedad se define como una sensación de nerviosismo, preocupación o malestar en respuesta a una amenaza o situación de estrés psicológico. Estudios han identificado que durante el inicio de la etapa universitaria se exacerba por diversos cambios, entre ellos, personales, académicos y profesionales, lo que podría crear modificaciones importantes en la calidad de su dieta e influir en el índice de masa corporal. Esta investigación tuvo como objetivo identificar si el nivel de ansiedad tiene relación con el índice de masa corporal en estudiantes de licenciatura. Se realizó un estudio transversal analítico. Participaron 110 estudiantes de primer semestre de la Licenciatura de Médico Cirujano y Partero del Centro Universitario de Tonalá. Se utilizó el instrumento DASS-21, adaptado para medir el nivel de ansiedad, finalizando con el cálculo del índice de masa corporal (IMC). Para el análisis de datos se empleó el Software Jamovi V2.7.13. En el estudio participaron principalmente mujeres, con una edad promedio de 18 años. Se observó que un tercio de la población presentó sobrepeso u obesidad, afectando principalmente a los hombres. Asimismo, la evaluación de ansiedad mostró que la mayoría de los participantes presentó niveles de ansiedad “leve o nula”. En cuanto a los niveles de ansiedad y su relación con el IMC, se observó una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables. En conclusión, este estudio pone de manifiesto que los estudiantes de licenciatura experimentan diversos niveles de ansiedad, lo cual puede repercutir de manera significativa en su índice de masa corporal. Por lo tanto, es indispensable que los profesionales del área de la salud, los profesores y las instituciones educativas promuevan métodos de relajación, actividad física regular, herramientas para identificar el hambre emocional y exponer la importancia de la mejora de los hábitos de alimentación y los hábitos de sueño, con el fin de disminuir el estrés académico y la ansiedad por el futuro o las expectativas.

INTRODUCCIÓN

La ansiedad se define como una sensación de nerviosismo, preocupación o malestar en respuesta a una amenaza o situación de estrés psicológico; está relacionada con la sensación de miedo y cumple una importante función esencial para la supervivencia[1]. No obstante, cuando se presenta de forma frecuente o intensa, puede afectar negativamente la salud física y mental de los individuos. Diversos estudios han identificado que, durante el inicio de la etapa universitaria, la ansiedad se exacerba por diversos cambios, entre ellos, personales, académicos y profesionales. En este sentido, una revisión sistemática y metaanálisis reciente reportó una prevalencia global de ansiedad del 39.65% en estudiantes universitarios[2], evidenciando que una proporción considerable de esta población presenta síntomas significativos de ansiedad. Estas condiciones pueden generar modificaciones importantes en la calidad de la dieta e influir en el estado nutricional. Por otro lado, el índice de masa corporal (IMC) es un indicador ampliamente utilizado para evaluar el estado nutricional, el cual se obtiene a partir de la relación entre el peso corporal de una persona y su estatura[3]. Alteraciones en este indicador pueden estar asociadas con diversas conductas relacionadas con la alimentación y el estilo de vida. En este contexto, resulta relevante analizar la posible relación entre los niveles de ansiedad y el IMC en la población universitaria, especialmente en etapas tempranas de formación académica. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar la relación entre ansiedad y el índice de masa corporal en estudiantes de licenciatura.

TEORÍA

La ansiedad se caracteriza por una preocupación extrema ante diversas situaciones, así como por síntomas como dificultad para concentrarse, inquietud, fatiga, náuseas, preocupación constante, cansancio, sudoración excesiva, temblores y, en algunos casos, episodios de pánico[4].

La ansiedad es el resultado de una compleja interacción de factores sociales, psicológicos y biológicos. Se ha observado que las personas que han experimentado eventos adversos, como abuso, pérdidas importantes u otras situaciones estresantes, presentan mayor probabilidad de desarrollar trastornos de ansiedad[4].

Aunque cualquier persona puede experimentar ansiedad, para que esta sea considerada un trastorno, debe cumplir con criterios diagnósticos específicos. De acuerdo con el DSM-5, el trastorno de ansiedad generalizada se caracteriza por la presencia de preocupación excesiva durante la mayor parte de los días por al menos seis meses. Además, esta preocupación debe ser difícil de controlar y debe asociarse con tres o más de los siguientes síntomas: agitación, nerviosismo, facilidad de fatigarse, dificultades para concentrarse, irritabilidad, tensión muscular o problemas del sueño[1].

Por otro lado, el índice de masa corporal (IMC) es un indicador ampliamente utilizado para evaluar el estado nutricional. De acuerdo con el Instituto Nacional del Cáncer, el IMC se calcula a partir de la relación entre el peso corporal y la estatura de una persona[3]. Este indicador permite estimar la cantidad de grasa corporal y determinar si un individuo presenta un peso saludable. No obstante, cabe mencionar que el IMC presenta limitaciones ya que no distingue entre masa grasa y masa muscular.

Con base en su clasificación, el IMC permite identificar diferentes categorías: bajo peso grave (<16 kg/m²), bajo peso (16,0 a 18,4 kg/m²), peso normal (18,5 a 24,9 kg/m²), sobrepeso (25,0 a 29,9 kg/m²), obesidad moderada (30,0 a 34,9 kg/m²), obesidad severa (35,0 a 39,9 kg/m²) y obesidad mórbida (≥40,0 kg/m²).

Diversos estudios han señalado que la ansiedad puede influir en la conducta alimentaria, favoreciendo patrones como la ingesta emocional, el consumo excesivo de alimentos o por el contrario, la restricción alimentaria. Estas conductas pueden generar alteraciones en el balance energético y, en consecuencia, impactar en el índice de masa corporal.

Esta relación entre la ansiedad e IMC ha sido respaldada por diversos estudios, en los cuales se ha encontrado que los estudiantes con un IMC >25 kg/m^2 tienen aproximadamente el doble de riesgo de padecer ansiedad en comparación con aquellos con peso normal[5]. En consonancia, otro estudio demuestra que el exceso de peso incrementa en 1.8 veces la probabilidad de sufrir ansiedad y estrés simultáneamente[6]. Por último, se ha reportado una correlación positiva significativa entre IMC y la ansiedad, indicando que el aumento en el índice de masa corporal se asocia con un incremento del 6.7% en los niveles de ansiedad[7].

En conjunto, estos hallazgos sugieren que existe una relación significativa entre la ansiedad y el índice de masa corporal, lo cual resalta la importancia de abordar ambos factores de manera integral en la población universitaria.

PARTE EXPERIMENTAL

En este estudio participaron 110 estudiantes universitarios de la carrera de Médico Cirujano y Partero, en su mayoría mujeres (n=65) con una edad promedio de 18 años; los cuales contestaron un cuestionario ad hoc a partir del instrumento DASS-21 para detección de ansiedad, agregando las preguntas sobre la talla en metros y peso en kilogramos, realizando la fórmula del Índice de Masa Corporal manualmente. Se excluyeron participantes que tuvieran más de 30 años y menos de 18 años, que no hubieran respondido la encuesta en su totalidad y que no hubieran dado la autorización para el análisis de sus datos. El análisis estadístico se realizó con el software Jamovi V2.7.13. Las variables cualitativas se describieron con frecuencias y porcentajes. Para analizar la relación entre ansiedad e IMC se realizó una prueba chi-cuadrada.

RESULTADOS

Los resultados mostraron una asociación significativa entre los niveles de ansiedad y el índice de masa corporal en la población femenina. En el presente estudio, dentro del grupo de mujeres con sobrepeso y obesidad, la prevalencia de ansiedad moderada y severa fue predominante, observándose en el 75.0% de los participantes(Figura 1).

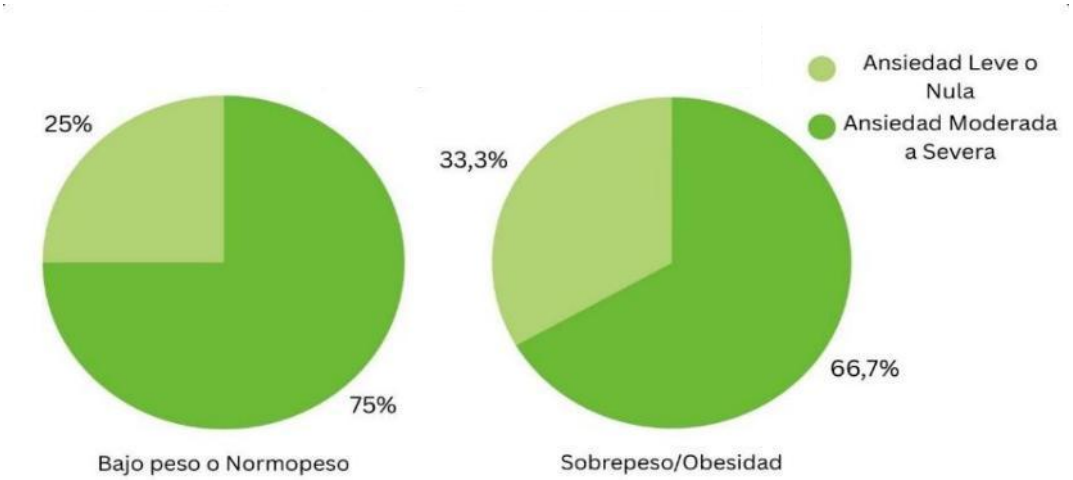


Figura 1. Asociación de Ansiedad y Estado Nutricional (IMC) en la población total

Estos hallazgos coinciden con el estudio NUTSAU realizado en universitarios, donde los participantes con mayores niveles de ansiedad presentaron 2.69 veces más probabilidades de sobrepeso (OR=2.69; p=0.02) y 2.77 veces más probabilidades de alto porcentaje de grasa corporal (OR=2.77; p=0.02). Aunque dicho estudio incluyó ambos sexos, la muestra fue predominantemente femenina (63.3%) y las mujeres representaron una mayor proporción del grupo con riesgo por circunferencia de cintura[8].

Esta asociación podría explicarse por factores biológicos y psicológicos, como fluctuaciones hormonales relacionadas con el ciclo menstrual, estrés académico, sentimientos de insuficiencia, exposición a estereotipos y experiencias traumáticas como violencia sexual o fisica[9].

En cuanto a la prevalencia general de sobrepeso y obesidad, el 30% de la población estudiada presentó alguna de estas condiciones, cifra que refleja la persistencia del exceso de peso en adultos jóvenes universitarios. Se observó una mayor frecuencia de sobrepeso y obesidad en hombres (40%) en comparación con mujeres (24,6%) (Figura 2).

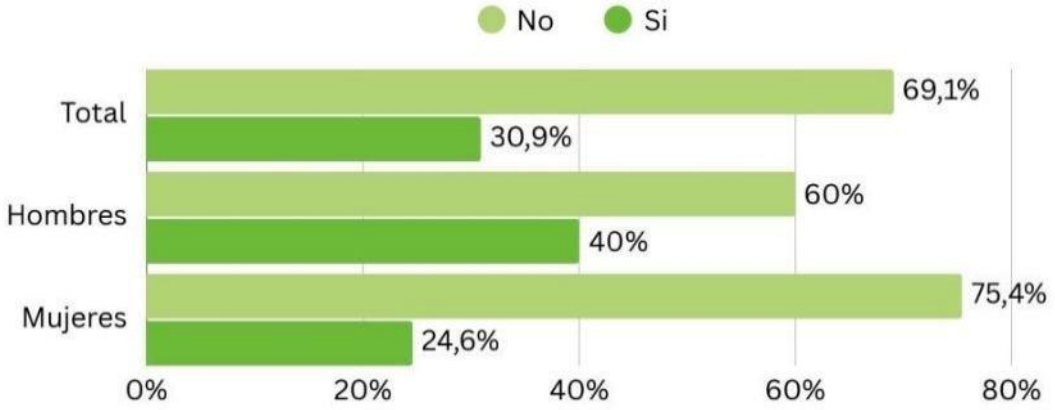


Figura 2. Sobrepeso y obesidad (IMC). Se observó una mayor proporción de hombres con sobrepeso u obesidad (40%) en comparación con las mujeres (24.6%)

Lo que coincide con otras investigaciones, como la realizada en la Universidad Autónoma de Zacatecas, en la cual, se evaluó el estado nutricional, factores sociodemográficos y de salud en estudiantes de nuevo ingreso. Los resultados obtenidos fueron que los hombres tuvieron una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad que las mujeres ($p<0.001$)[10]. En consonancia, se realizó una investigación, en la cual, se investigó la relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos en universitarios, los resultados han arrojado una prevalencia general de sobrepeso y obesidad del 43.5%, siendo mayor en hombres (45.8%) que en mujeres (39.2%)[11].

Este hallazgo podría estar relacionado con un mayor consumo de alcohol y tabaco, hábitos alimentarios inadecuados, menor preocupación por el peso y la imagen corporal, así como un incremento en el consumo calórico. Asimismo, algunos estudiantes buscan incrementar su masa muscular, lo que también puede contribuir a un aumento del IMC[12-14].

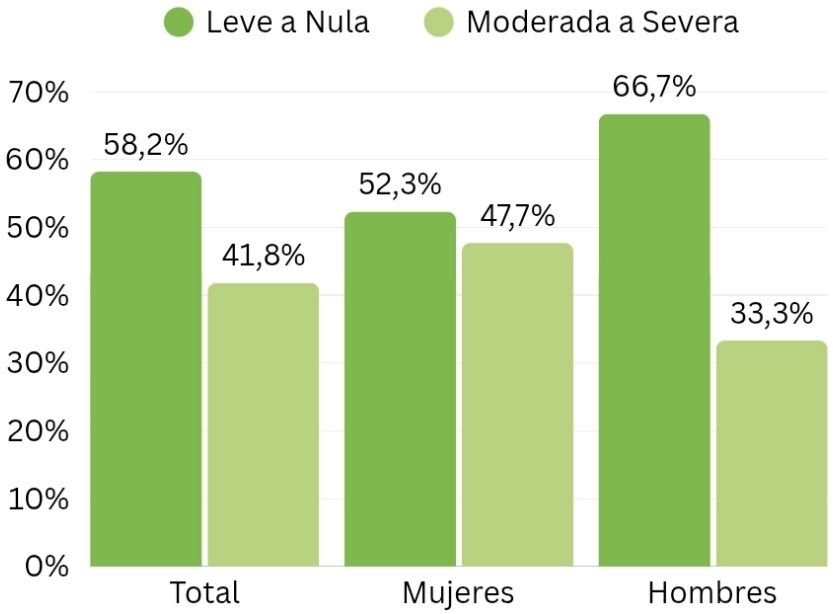


Figura 3. Niveles de ansiedad. Los niveles de ansiedad moderada a severa fueron más frecuentes en las mujeres

Por último, la evaluación de ansiedad mediante el cuestionario autoadministrado DASS-21 indicó que la prevalencia, de moderada a severa, fue notablemente mayor en el grupo femenino (47.7%) (Figura 3).

Esto concuerda con los resultados de un estudio realizado a estudiantes de una universidad mexicana, se observó que las mujeres presentaron mayor prevalencia de ansiedad, de moderada a severa. Dicha variable se evaluó de igual forma con el cuestionario DASS-21[15].

Dicho resultado podría estar relacionado con que las mujeres están predispuestas a una mayor vulnerabilidad ante factores emocionales, psicológicos, sociales, culturales y académicos a los que se enfrentan durante la educación universitaria.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio evidencian la existencia de una asociación estadísticamente significativa entre los niveles de ansiedad y el índice de masa corporal en estudiantes universitarios de nuevo ingreso. En particular, se observó que la ansiedad de moderada a severa se presenta con mayor frecuencia en mujeres con sobrepeso u obesidad, lo que sugiere una posible interacción entre factores psicológicos y nutricionales en esta población.

Asimismo, los hallazgos refuerzan la importancia de considerar la salud mental como un componente clave en la evaluación del estado nutricional, ya que la ansiedad puede influir en las conductas alimentarias y, en consecuencia, en el IMC. Aunque el estudio presenta limitaciones, como el uso de un cuestionario autoadministrado y el diseño transversal, los resultados aportan evidencia relevante sobre la relación entre ambas variables.

Finalmente, se recomienda implementar estrategias integrales de intervención que aborden tanto la salud emocional como los hábitos alimentarios en estudiantes universitarios, con el fin de prevenir alteraciones en su bienestar físico y mental.

BIBLIOGRAFÍA

1. J. W. Barnhill, "Introducción a los trastornos de ansiedad", Manual MSD versión para público general, 2024.
2. I. Ahmed, C. M. Hazell, B. Edwards, C. Glazebrook y E. B. Davies, "A systematic review and meta-analysis of studies exploring prevalence of non-specific anxiety in undergraduate university students", BMC Psychiatry, Vol. 23, 1, 2023, pp. 240.
3. Anónimo, "Diccionario de cáncer del NCI", Cáncer.gov, 2011.
4. OMS, "Trastornos de ansiedad",
5. W. Y. Abdel Wahed y S. K. Hassan, "Prevalencia y factores asociados al estrés, la ansiedad y la depresión entre estudiantes de medicina de la Universidad de Fayoum", Alex J Med, Vol. 53, 1, 2017, pp. 77-84.
6. E. G. Pompa Guajardo y C. Meza Peña, "Ansiedad, estrés y obesidad en una muestra de adolescentes de México", Universitas Psychologica, Vol. 16, 3, 2017, pp. 1-11.
7. P. Hamurcu, "Impacto del peso corporal percibido en los niveles de depresión, ansiedad y estrés de adultos jóvenes en Turquía", Iran J Public Health, Vol. 52, 3, 2023, pp. 603-611.
8. M. A. D. S. Nogueira, B. D. S. de Assis, C. C. D. Ferreira, A. B. Franco-Sena Siqueira, L. S. C. de S. Leão y L. A. de Aquino, "¿El nivel de ansiedad está asociado con el riesgo de sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios? El estudio NUTSAU", Hospital Nutr, Vol. 38, 3, 2021, pp. 488-494.
9. L. Hantsoo y C. N. Epperson, "Trastornos de ansiedad en mujeres: Un enfoque a lo largo de la vida femenina", Focus (Am Psychiatr Publ), Vol. 15, 2, 2017, pp. 162-172.
10. D. Manzanero-Rodríguez, A. M. Rodríguez Rodríguez, L. García-Esquivel y J. M. Cortez-Solís, "Estado nutricional, factores sociodemográficos y de salud en estudiantes de nuevo ingreso a la UAZ", Enferm Univ, Vol. 15, 4, 2018, pp. 383-393.
11. S. Cervera Pereyra, B. E. Trejo Sánchez, A. Escobar Ramírez, C. J. López Victorio y J. A. González Garrido, "Relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos en universitarios", UVserva, No. 13, 2022, pp. 253-261.
12. M. Gómez-Gómez, C. Danglot-Banck y L. Vega-Franco, "Estado nutricional y hábitos alimentarios en estudiantes universitarios", Rev Med Inst Mex Seguro Soc, Vol. 56, 4, 2018, pp. 383-390.
13. J. A. Martínez-Mendoza et al., "Relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos en universitarios", UVserva, No. 14, 2022, pp. 1-10.
14. P. L. Hernández-Cortés et al., "Factores de riesgo de obesidad en estudiantes universitarios", Psicología y Salud, Vol. 31, 2, 2021, pp. 145-152.
15. M. Guerrero Castillo, M. F. Martinez Gonzalez, A. A. Escalera Jasso, L. A. Alvarez Lozada, A. L. Torres Pérez, A. Quiroga Garza et al., "Locus of control and its association with depression, anxiety, and stress among Mexican university students: a cross-sectional study", Int J Environ Res Public Health, Vol. 23, 1, 2026, pp. 130.

NIVEL DE ANSIEDAD Y CALIDAD DE VIDA EN UNIVERSITARIOS DE LA LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

Brenda Guadalupe Paz López, Kenia Celeste Tejeda Ponce, Beatriz Adriana Andrade Espinoza, César Octavio Ramos García, Carlos Alejandro Pelayo Gervacio, Miriam Méndez del Villar, Betsabé Contreras Haro

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
beatriz.andrade@academicos.udg.mx

RESUMEN

La ansiedad es un estado emocional que impacta sobre la calidad de vida de las personas, recientemente se ha convertido en un fenómeno común en los estudiantes universitarios[1]. La ansiedad eleva los niveles de cortisol, noradrenalina y disminuye los niveles de serotonina[2], de esta manera, tiene un efecto directo sobre la salud de las personas. El objetivo del presente estudio fue identificar la relación entre los niveles de ansiedad y las diferentes dimensiones de la calidad de vida (social, ambiental, psicológica y física). Se planteó un estudio de tipo transversal con una muestra de 35 estudiantes universitarios de segundo semestre, turno matutino de la Licenciatura en Nutrición. Para la evaluación de la ansiedad se utilizó la escala Generalized Anxiety Disorder (GAD-7), mientras que la calidad de vida se midió mediante el cuestionario WHOQOL-BREF. El análisis estadístico se realizó con el software Jamovi versión 2.7.13, empleando estadísticos descriptivos en frecuencias y porcentajes, y se empleó la prueba de chi-cuadrada utilizada para evaluar la asociación entre los dominios de calidad de vida.

Los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes presentó ansiedad de moderada a severa. Por otro lado, la calidad de vida de la mayoría se posiciona en niveles de buenos a excelentes en los cuatro dominios. De modo que al analizar la relación entre la ansiedad y cada dominio de calidad de vida se encontró una asociación estadísticamente significativa en los dominios físico y psicológico, donde los estudiantes con mayores niveles de ansiedad presentaron una calidad de vida más baja. En los dominios social y ambiental, aunque se observaron diferencias entre los grupos, no fueron estadísticamente significativas.

Estos resultados acentúan la importancia de aplicar estrategias de detección temprana y apoyo psicológico dentro del entorno universitario, con el fin de mejorar el bienestar de los mismos y prevenir consecuencias adversas en la salud mental y el desempeño académico.

INTRODUCCIÓN

La ansiedad representa uno de los principales problemas de salud mental en la población universitaria[1] debido a las exigencias académicas, sociales y personales que enfrentan los estudiantes durante su periodo de formación. Recientemente, diversos autores han manifestado interés en su relación con la calidad de vida, demostrando que altos niveles de ansiedad pueden afectar negativamente la calidad de vida[2], repercutiendo en el nivel académico y el bienestar emocional.

Por otro lado, la calidad de vida es un concepto multidimensional que incluye la percepción que tiene una persona de su bienestar físico, mental, social y ambiental. Factores como el estrés académico, las condiciones económicas y las relaciones interpersonales pueden influir directamente en ella, especialmente en estudiantes del área de la salud, quienes son considerados una población vulnerable al desarrollo de ansiedad.

Por ello la presente investigación tuvo como objetivo analizar la relación entre los niveles de ansiedad y calidad de vida en estudiantes de segundo semestre de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad de Guadalajara, utilizando los instrumentos GAD-7 y WHOQOL-BREF para evaluar ambas variables.

TEORÍA

Calidad de vida

La calidad de vida se considera en un enfoque multidimensional que fusiona tanto elementos objetivos como subjetivos del bienestar humano. Esta suele medirse mediante indicadores biomédicos como la esperanza de vida o las tasas de mortalidad. La calidad de vida se enfoca en la percepción individual del bienestar[3] dentro de un contexto cultural y social específico. En este sentido, no solo contempla el estado de salud, sino también factores psicológicos, sociales y ambientales que influyen en la satisfacción general con la vida

Diversos estudios coinciden en que la percepción subjetiva del individuo constituye el componente central de la calidad de vida, incluso por encima de las condiciones materiales. Esto implica que variables como los valores personales, las expectativas y el entorno sociocultural desempeñan un papel determinante en su evaluación.

Entre los factores que afectan la calidad de vida se encuentran variables sociodemográficas y psicosociales, como la edad, el género, las relaciones interpersonales y las condiciones económicas. En población universitaria, se ha observado que aspectos como el apoyo familiar, la estabilidad emocional y las exigencias académicas influyen significativamente en la percepción de bienestar.

Ansiedad

La ansiedad es una respuesta emocional compleja[4] que se manifiesta como un estado de alerta ante estímulos percibidos como amenazantes. Desde una perspectiva biológica, se caracteriza por la activación del sistema nervioso autónomo, acompañada de síntomas cognitivos y emocionales como preocupación constante, aprensión y pensamientos negativos recurrentes. Aunque en condiciones normales cumple una función adaptativa, su persistencia o intensidad elevada puede derivar en trastornos que afectan el bienestar del individuo.

Epidemiología de la ansiedad

La ansiedad representa uno de los trastornos mentales más prevalentes[5] a nivel mundial. Se estima que una proporción significativa de la población experimenta síntomas de ansiedad asociados a factores psicosociales. En el contexto universitario[6], su prevalencia es aún mayor, debido a las exigencias académicas, la presión social y la transición a la vida adulta, lo que convierte a este grupo en una población vulnerable.

Mecanismo fisiológico de la ansiedad

Desde el punto de vista fisiológico, la ansiedad está mediada principalmente por la activación del eje hipotálamo-hipófiso-suprarrenal[2] (HHS). Este sistema regula la liberación de cortisol en respuesta al estrés, a través de una cascada hormonal que involucra la corticotropina y la corticoliberina. Asimismo, estructuras cerebrales como la amígdala y el hipocampo participan en la modulación de la respuesta emocional. La desregulación de estos mecanismos, especialmente de estrés crónico, puede alterar el equilibrio neuroquímico y favorecer la aparición de trastornos de ansiedad.

Ansiedad en el contexto universitario

La población universitaria se encuentra particularmente expuesta al desarrollo de ansiedad debido a múltiples factores, entre los que destacan la carga académica[7], la presión por el rendimiento, las evaluaciones constantes y las expectativas personales y familiares. Estas condiciones pueden afectar no solo el desempeño académico, sino también la salud mental y el bienestar general del estudiante.

Diversas investigaciones han evidenciado que la ansiedad se relaciona negativamente con el rendimiento académico[8] y la satisfacción con la vida universitaria. Asimismo, se ha observado que los niveles de ansiedad pueden variar en función del sexo, el año académico y las condiciones socioeconómicas, lo que sugiere la influencia de factores contextuales en su desarrollo

Relación entre ansiedad y calidad de vida

Existe una relación inversa entre la ansiedad y la calidad de vida[9]. Altos niveles de ansiedad se asocian con un deterioro significativo en los diferentes dominios del bienestar, incluyendo la salud física, el estado psicológico, las relaciones sociales y el entorno. En estudiantes universitarios, esta relación es especialmente relevante, ya que la ansiedad puede afectar la vitalidad, la concentración y la capacidad de adaptación a las demandas académicas. Además, la ansiedad no tratada puede derivar en otros trastornos mentales[9], como la depresión o el estrés postraumático, agravando el impacto negativo sobre la calidad de vida. Por ello, su identificación y abordaje oportuno resultan fundamentales en el ámbito de la salud pública y educativa.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio de tipo transversal y descriptivo en estudiantes de segundo semestre de la Licenciatura en Nutrición del turno matutino del Centro Universitario de Tonalá de la Universidad de Guadalajara. Se estudió una población total de 35, seleccionada mediante un muestreo por conveniencia. Para la recolección de datos se aplicaron de forma virtual los instrumentos validadosGAD-7, para evaluar ansiedad, mientras que WHOQOL-BREF para medir calidad de vida. Los datos obtenidos se tabularon en el software Jamovi versión 2.7.13 y posteriormente se analizaron mediante estadísticas descriptivas utilizando medidas como frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS

La población de estudio estuvo conformada por 35 estudiantes universitarios. En cuanto a las características sociodemográficas, se identificó la distribución de los participantes según variables como sexo, edad y condiciones académicas, observándose un predominio de ciertos grupos etarios propios del nivel universitario, así como diferencias en la participación según el sexo y el semestre cursado. Respecto a la calidad de vida, evaluada mediante los dominios físicos, psicológicos, sociales y ambientales, se observó variabilidad en las puntuaciones obtenidas entre los participantes. Los dominios psicológico y físico presentaron mayores fluctuaciones en comparación con los dominios social y ambiental (Figura 1), lo que evidencia diferencias en la percepción del bienestar entre los estudiantes evaluados.

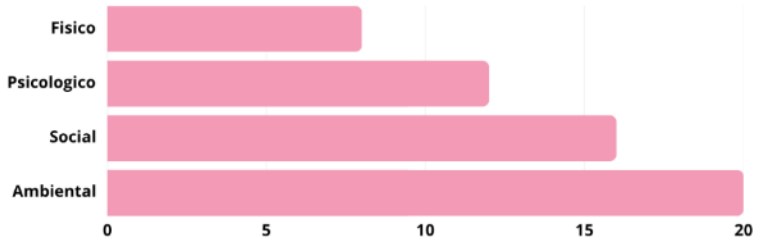


Figura 1. Gráfica de calidad de vida evaluada a través de los dominios físico, psicológico, ambiental y social

En relación con los niveles de ansiedad, medidos a través del instrumento GAD-7, se identificaron distintos grados de severidad entre los participantes, clasificándolos en niveles mínimos, leves, moderados y severos (Figura 2). La distribución de estos niveles mostró la presencia de sintomatología ansiosa en una proporción considerable de la muestra. El análisis de la relación entre los dominios de calidad de vida y la ansiedad evidenció asociaciones entre los niveles de ansiedad

y las puntuaciones obtenidas en los distintos dominios. Estas asociaciones se observaron con mayor frecuencia en los dominios psicológico y físico, mientras que los dominios social y ambiental presentaron menor consistencia en dicha relación.



Figura 2. Gráfica de los niveles de ansiedad identificada en los participantes del estudio

Asimismo, el análisis mediante la prueba de chi-cuadrada permitió identificar la existencia de asociaciones estadísticas entre las variables de calidad de vida y ansiedad en determinados dominios. Los resultados evidenciaron patrones de asociación en la población estudiada al mostrar diferencias en la distribución de las categorías de calidad de vida en función de los niveles de ansiedad.

DISCUSIÓN

En investigaciones de corte transversal realizadas en jóvenes universitarios empleando el cuestionario WHOQOL-BREF, se identificó una correlación inversa, concluyendo de igual forma que el incremento de la sintomatología ansiosa impacta de manera directa y negativa sobre el bienestar global del estudiante[10]. De igual forma, la evidencia global descrita por Thanh refuerza que la ansiedad actúa como un factor predictor determinante en el deterioro de la calidad de vida general de los alumnos en el entorno de la educación superior[9]. Específicamente, han demostrado una asociación directa donde los elevados niveles de ansiedad no solo merman la calidad de vida autopercibida, sino que repercuten negativamente sobre el rendimiento y éxito académico de los universitarios[8].

La alta prevalencia de trastornos afectivos observada en la muestra no es un fenómeno aislado en el ámbito de la formación médica y de la salud. De hecho, se ha documentado mediante tamizajes internacionales que los estudiantes de estas disciplinas experimentan tasas desproporcionadamente elevadas de ansiedad, las cuales guardan un vínculo directo con un deterioro severo en sus indicadores de calidad de vida general[7]. En sintonía con esto, Alves et al.[6] reportaron que las demandas y la carga de trabajo académicas actúan como disparadores críticos que aumentan significativamente las tasas de ansiedad en estudiantes de ciencias de la salud. Adicionalmente, Trunce[11] señalan que las carreras del departamento de salud (incluyendo nutrición y dietética) experimentan sistemáticamente mayores cargas de estrés y cuadros de afectación psicoemocional debido a las exigencias académicas tempranas y la transición adaptativa a la vida universitaria. El análisis de estas variables cobra un valor fundamental para nuestro estudio, puesto que se trata de futuros profesionales de la nutrición que ven directamente vulnerado su propio estado o equilibrio físico y emocional debido al desgaste que impone su formación académica

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que la ansiedad no solo afecta el estado emocional de los estudiantes universitarios, sino que también repercute en su funcionamiento académico, social y físico, comprometiendo así la calidad de vida, especialmente en los pertenecientes al área de salud.

Asimismo, se destaca la importancia de detectar estrategias de detección temprana y abordaje oportuno mediante herramientas psicométricas validadas, con el fin de mejorar tanto el estado de salud mental como el desempeño académico de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. U. R. De Avila, "Sleep, chronotype, anxiety, personality, quality of life young university students", Duazary, Vol. 20, No. 3, 2023, pp. 186-196.
2. G. E. Tafet, "Pharmacological Treatment of Anxiety Disorders: The Role of the HPA Axis", Frontiers in Psychiatry, Vol. 11, Article 443, 2020, pp. 1-11.
3. OMS, "The World Health Organization Quality of Life Assessment", 1995.
4. J. Chen, "Asociación de síntomas de depresión y calidad del sueño con ansiedad por rasgos de estado en estudiantes universitarios de medicina en la provincia de Anhui, China: un análisis de mediación", BMC Med Educ, Vol. 22, No. 1, 2022, pp. 627.
5. OMS, "Mental health and COVID-19 reports", 2021.
6. J. V. D. S. Alves, "Prevalence and factors associated with anxiety among university students of health sciences in Brazil: findings and implications", J Bras Psiquiatr, Vol. 70, No. 2, 2021, pp. 99-107.
7. I. Zile, "Association between anxiety, quality of life and academic performance", Proc Latvian Acad Sci Sect B Nat Exact Appl Sci, Vol. 75, No. 4, 2021, pp. 251-257.
8. T. L. Thanh, "The Impact of Generalised Anxiety Disorder on Undergraduate Students", J Hum Ecol, Vol. 16, No. 3-4, 2022, pp. 135-142.
9. R. V. S. Landa, "Ansiedad y calidad de vida en estudiantes universitarios", LATAM Rev Latinoam Cienc Soc Humanid, Vol. 4, No. 2, 2023, pp. 2522-2530.
10. S. T. M. Trunce, "Niveles de depresión, ansiedad, estrés y su relación con el rendimiento académico en estudiantes universitarios", Investigación en Educación Médica, Vol. 9, No. 36, 2020, pp. 8-16.

EL IMPACTO DE LA OXIGENACIÓN EN EL SINDROME DE APNEA DEL SUEÑO (SAOS)

Evili Báez Castillo, Sergio Pérez Nava, Juan Carlos Gutiérrez Galeana, Silvia Contreras Bonilla, Xairo León Valiente, Román Sánchez Zamora y Juan Carlos Carmona Rendón

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
evili.baez@correo.buap.mx

RESUMEN

Este estudio presenta un análisis integral sobre la prevalencia de los trastornos del sueño en la población estudiantil y sus repercusiones en la conducta, salud mental y rendimiento académico. Mediante una revisión sistemática de literatura científica y análisis correlacional, se examinan factores como el insomnio, la privación del sueño, la somnolencia diurna y el uso excesivo de dispositivos electrónicos.

Los hallazgos demuestran una correlación directa entre la mala calidad del sueño y el deterioro del rendimiento académico, así como el incremento de problemas emocionales como ansiedad, irritabilidad y estrés. Se concluye que es necesario implementar estrategias institucionales de prevención, educación del sueño e intervención temprana.

ABSTRACT

This study presents a comprehensive analysis of sleep disorders among students and their impact on behavior, mental health, and academic performance.

Findings show a direct correlation between poor sleep quality and academic decline, along with emotional disturbances such as anxiety, irritability, and lack of concentration. It is concluded that preventive and educational strategies must be implemented.

INTRODUCCIÓN

La etapa estudiantil se caracteriza por altas demandas cognitivas y emocionales. En este contexto, el sueño desempeña un papel fundamental en los procesos de aprendizaje, memoria y regulación emocional.

Sin embargo, factores como el estrés académico, el uso prolongado de dispositivos electrónicos, los horarios irregulares y los hábitos inadecuados han incrementado la incidencia de trastornos del sueño en estudiantes.

Diversos estudios han demostrado que la privación del sueño afecta funciones ejecutivas, atención y toma de decisiones, además de incrementar la probabilidad de conductas impulsivas y problemas emocionales.

Pregunta de investigación

¿Cómo influyen los trastornos del sueño en el rendimiento académico, la salud mental y la conducta social de los estudiantes?

Problema de investigación

Existe una problemática creciente en el entorno educativo relacionada con la privación del sueño. Los estudiantes no cuentan con hábitos adecuados de descanso, lo que impacta directamente su desempeño académico, conducta y bienestar emocional.

Justificación
Este estudio es relevante porque los trastornos del sueño representan un problema de salud pública que afecta el desarrollo integral de los estudiantes. Comprender sus efectos permite diseñar estrategias preventivas que mejoren el rendimiento académico y la calidad de vida.

Hipótesis
Los estudiantes que presentan trastornos del sueño tienen mayor probabilidad de experimentar bajo rendimiento académico, problemas emocionales y alteraciones conductuales.

Objetivo General

Analizar el impacto de los trastornos del sueño en el rendimiento académico y la conducta de los estudiantes.

Objetivos Específicos

Identificar los principales trastornos del sueño en estudiantes.
Evaluar la relación entre calidad del sueño y desempeño académico.
Analizar el impacto emocional y conductual.
Proponer estrategias de prevención.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y alcance descriptivo-correlacional.

Se aplicó un cuestionario tipo Likert a una muestra de 25 estudiantes. Las variables evaluadas fueron:

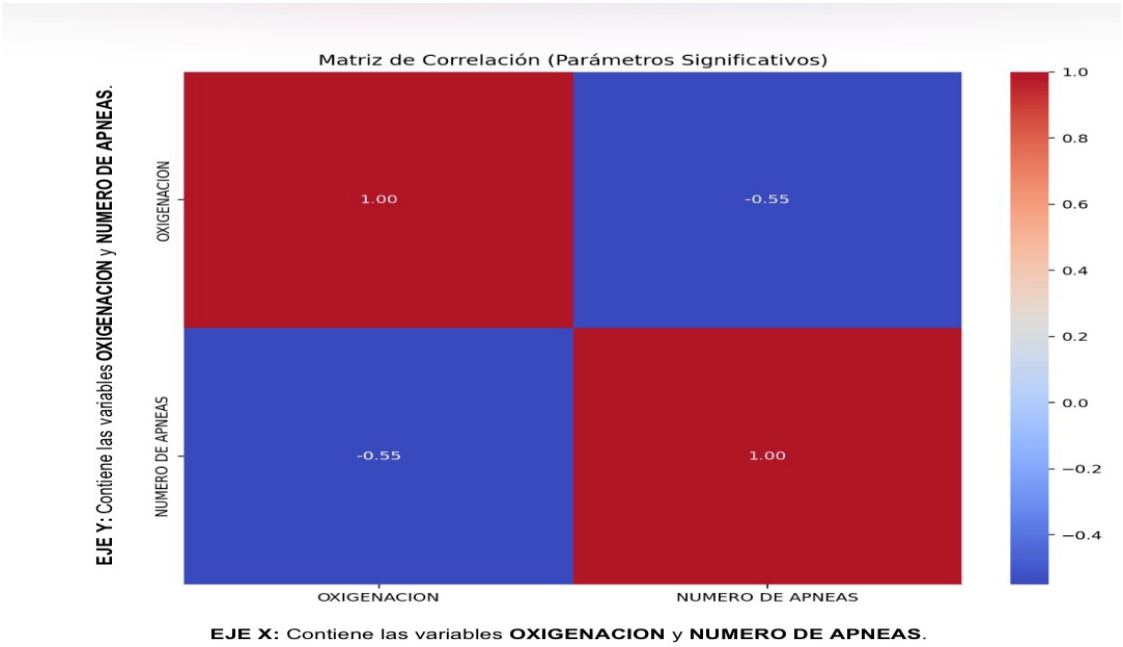
- Calidad del sueño
- Estrés académico
- Uso de dispositivos electrónicos
- Somnolencia diurna
- Rendimiento académico

El análisis estadístico se realizó mediante herramientas computacionales, identificando correlaciones entre variables.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Se obtuvieron 25 respuesta esto gracias mediante los resultados que se les practicó. La media general fue de 3.68, lo que indica una percepción moderada-alta del impacto del sueño en la conducta.

Las variables con mayor incidencia fueron el estrés académico y el uso de dispositivos electrónicos antes de dormir.



Gráfica 1

Representación de los Ejes

La Diagonal Principal: Una línea de cuadros rojos con el valor 1.00 que cruza de la esquina superior izquierda a la inferior derecha. Esto es porque cada variable tiene una correlación perfecta consigo misma (ej. Peso vs. Peso).

Escala de Colores:
Rojo intenso (cercano a 1.0): Correlación positiva fuerte (La correlación es directamente proporcional entre variables).
Azul intenso (cercano a -1.0): Correlación negativa fuerte (La correlación es inversamente proporcional entre variables).
Colores claros/grises (cercano a 0): No hay una relación lineal clara.

Interpretación de Hallazgos Clave

Basado en los coeficientes de la imagen, estos son los puntos más relevantes:

Peso e IMC (0.74): Es la correlación más fuerte del gráfico (después de las variables idénticas). Es una correlación positiva fuerte, lo cual tiene sentido físico: a mayor peso, mayor tiende a ser el IMC.

Peso y Número de Apneas (0.46): Existe una correlación positiva moderada. Esto sugiere que, en esta muestra, las personas con mayor peso tienden a presentar un mayor número de apneas.

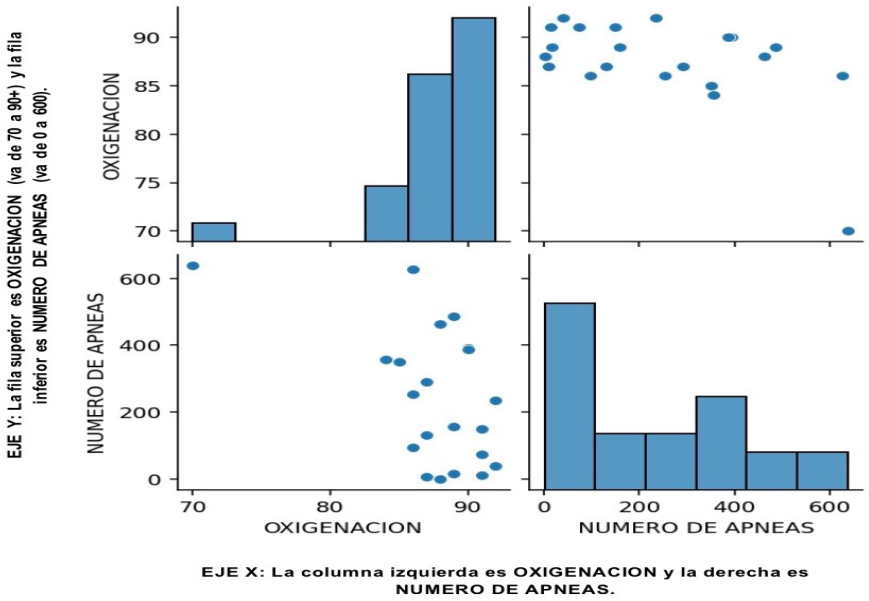
Peso y Edad (-0.42): Hay una correlación negativa moderada. Curiosamente, en este grupo de datos, a medida que aumenta la edad, el peso tiende a disminuir ligeramente (o viceversa).

IMC y Número de Apneas (0.30): La relación es positiva pero débil. El IMC influye en las apneas, pero no de forma tan determinante como el peso total en esta matriz.

Altura (Baja correlación): La altura casi no tiene relación con el número de apneas (0.07) ni con el IMC (0.10) en este conjunto de datos específico.

Existe una relación entre el Peso y las Apneas. Sin embargo la relación entre el IMC es el estándar médico, en esta matriz el Peso bruto tiene una conexión más directa con el número de eventos respiratorios que el IMC o la Edad.

Gráfica 2 Gráfico de dispersión



Análisis de Relaciones Clave

Al observar las nubes de puntos, podemos identificar patrones que los números de la correlación no cuentan por sí solos:

• **Peso vs. IMC:** Es la relación más clara del gráfico. Los puntos forman una línea ascendente bastante definida, lo que confirma una correlación lineal fuerte. A medida que el peso aumenta, el IMC sube de forma predecible.
• **Peso vs. Número de Apneas:** Los puntos están más dispersos, pero se nota una tendencia: los valores más altos de apneas (arriba de 400) ocurren generalmente en personas con pesos superiores a 100 kg. Sin embargo, hay mucha variabilidad, lo que indica que el peso no es el único factor.

• **Oxigenación vs. Número de Apneas:** La fila de "OXIGENACION" y la columna de "NUMERO DE APNEAS", verás que a medida que aumentan las apneas, hay puntos que caen hacia niveles más bajos de oxígeno (cerca de 70-75). La mayoría se mantiene arriba de 85, pero los casos graves de apnea muestran una caída visualmente identificable.

• **Edad:** La distribución de la edad es algo bimodal (dos picos). No parece tener una relación lineal fuerte con la oxigenación o las apneas, ya que los puntos forman "nubes" circulares sin una dirección clara.

Observaciones de Datos Atípicos

• En el gráfico de **Oxigenación**, hay un punto aislado muy por debajo del resto (cerca de 70). Este es un "outliner" que podría representar un caso clínico crítico.

Resumen del análisis

El análisis visual mediante el grafico, confirma que la relación entre Peso e IMC es lineal, mientras que el impacto del Peso en el Número de Apneas presenta una mayor dispersión, sugiriendo la influencia de variables adicionales.

RESULTADO

Cómo se muestra en los resultados de la gráfica número 1 se puede observar que el peso apneas es más constante y preocupante entro los masculinos ya que es es el que predomina más a diferencia de las mujeres.Los resultados muestran correlaciones positivas entre mala calidad del sueño y bajo rendimiento académico (r=0.74).Asimismo, se identificó una relación significativa entre somnolencia diurna y problemas de atención (r=0.48), así como entre uso de dispositivos electrónicos y alteraciones del sueño (r=0.55).Estos datos indican que el fenómeno es multicausal y afecta tanto el ámbito académico como emocional.También se pudo observar que en la gráfica 2 se analizó que se puede confirmar que entre el Peso e IMC el comportamiento es lineal mientras que entre peso y el número de Apneas se puede identificar la mayor dispersión.

DISCUSIÓN

Los resultados coinciden con estudios previos que señalan que la falta de sueño deteriora funciones cognitivas esenciales para el aprendizaje. Además, se confirma que el uso de la tecnología antes de dormir altera los ciclos circadianos, generando consecuencias en la conducta y el rendimiento académico.

CONCLUSIÓN

En conclusión, los trastornos del sueño representan una problemática crítica en el contexto educativo actual, cuya atención requiere un enfoque multidisciplinario. La mejora en la calidad del sueño no solo contribuirá a elevar el rendimiento académico, sino que también fortalecerá la salud mental, la estabilidad emocional y la formación integral de los estudiantes, consolidándose como un elemento clave en el desarrollo de capital humano resiliente y competitivo.El análisis confirma que los trastornos del sueño afectan significativamente la conducta y el desempeño académico de los estudiantes.

Es fundamental implementar programas de educación del sueño, reducir el uso de dispositivos electrónicos y fomentar hábitos saludables para mejorar la calidad de vida estudiantil.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. (2021). Sleep and health. World Health Organization. https://www.who.int
2. Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., … & Adams Hillard, P. J. (2015). National Sleep Foundation’s sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. Sleep Health, 1(1), 40–43. https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010

3. Carskadon, M. A. (2011). Sleep in adolescents: The perfect storm. Pediatric Clinics of North America, 58(3), 637–647. https://doi.org/10.1016/j.pcl.2011.03.003
4. Owens, J. A. (2014). Insufficient sleep in adolescents: Causes and consequences. Minerva Pediatrica, 66(1), 63–71.
5. National Sleep Foundation. (2020). Sleep guidelines and recommendations. https://www.sleepfoundation.orgGg

INTERVENCIÓN EDUCATIVA DE ENFERMERÍA EN LACTANCIA MATERNA A MUJERES EN PERIODO PERINATAL

Sandra Morales Huerta, Melina Ramírexz Ramírez, Norma Ivette Beltrán Lugo y Erick Alberto Ramírez Alvarado

Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
sandramoralesh.16@gmail.com

RESUMEN

La lactancia materna proporciona múltiples beneficios ya que es crucial para un óptimo crecimiento y desarrollo del bebé, además de apoyar el bienestar financiero, ambiental, social y de la familia, sin embargo, pese a la gran difusión y promoción de la Lactancia Materna Exclusiva (LME) que se otorga en las distintas Instituciones de Salud de la República Mexicana, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) reportó en el año 2022 que solo el 33% de los menores de 6 meses son alimentados con LME (1), por lo anterior se hace indispensable contribuir en estrategias educativas que promuevan la técnica de LME adecuada y a su vez a prolongarla más allá de los primeros 6 meses recomendados. El principal objetivo fue evaluar la eficacia del curso taller implementado con mujeres en periodo perinatal, para mejorar los conocimientos y la técnica de lactancia materna. El diseño de la presente investigación fue cuantitativo, cuasiexperimental, prospectivo, longitudinal y comparativo, con un muestreo no probabilístico por conveniencia en el que participaron 140 mujeres en periodo perinatal, las cuales fueron asignadas por un procedimiento aleatorio simple a 70 mujeres en el grupo experimental y 70 en el grupo control. Se utilizaron dos instrumentos: una guía de observación para evaluar habilidades y un cuestionario autoadministrado para medir conocimientos. Se implementó un curso-taller sobre lactancia materna y técnicas de amamantamiento con una duración de cinco días con acompañamiento durante un mes. Los resultados encontrados fueron que, previo a la intervención el nivel de conocimientos en ambos grupos fue medio en el 50% del grupo experimental y de 45.7% en el grupo control y nivel alto en el 38.6% de ambos grupos y posterior a la intervención el nivel alto de conocimientos alcanzo el 90% en el grupo experimental y el grupo control disminuyó de 38.6 a 28.6%, lo que se confirmó al aplicar la prueba Wilcoxon en el grupo experimental con una $z=-5.809$ y $p<0.05$ por lo que las diferencias fueron estadísticamente significativas siendo el grupo experimental el que alcanzó mayor conocimiento. Por otro lado, en cuanto a la técnica de amamantamiento se aplicó una t de student para muestras independientes con una $t=10.950$ y $p=0.05$ siendo el grupo experimental quien mostró mayor mejoría en la técnica de LM.

Por lo tanto, se concluye que la intervención educativa fue favorable sobre todo en la técnica de amamantamiento del grupo experimental, evidenciando que enfermería es indispensable para la adopción del rol materno propuesto por T. Mercer ya que este favorece el mantenimiento de la lactancia materna. En este sentido, la principal labor de enfermería es el acompañamiento y consejería durante la etapa perinatal.

INTRODUCCIÓN

La lactancia materna proporciona múltiples beneficios ya que es crucial para un óptimo crecimiento y desarrollo del bebé, además de apoyar el bienestar financiero, ambiental, social y de la familia, sin embargo, pese a la gran difusión y promoción de la Lactancia Materna Exclusiva (LME) que se otorga en las distintas Instituciones de Salud de la República Mexicana, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) reportó en el año 2022 que solo el 33% de los menores de 6 meses son alimentados con LME (1).

En este sentido, el uso de sucedáneos incrementa la incidencia hospitalaria de los recién nacidos, aumenta el gasto público, genera mayor cantidad de desechos contaminantes y gasto de

agua (2), por lo que los efectos negativos de omitir la práctica de lactancia son, en el caso de la madre, mayor riesgo de desarrollar diversas enfermedades como cáncer de mama y cáncer cervicouterino; en cuanto al neonato, puede mermarse el desarrollo intelectual y se incrementa el riesgo de presentar enfermedades respiratorias y gastrointestinales a lo largo de su vida. Por lo anterior se hace indispensable contribuir en estrategias educativas que promuevan la técnica de LME adecuada y a su vez a prolongarla más allá de los primeros 6 meses recomendados.

TEORÍA

El rol materno

En el éxito de la lactancia materna influye, en gran medida, el vínculo desarrollado entre la madre e hijo, ya que esto permite a la madre identificar los signos de hambre y saciedad del bebé, aspecto importante que se respalda con el modelo de la adopción del rol materno propuesto por la Dra. Ramona T. Mercer cuya investigación se enfoca en un modelo biopsicosocial que engloba los aspectos que influyen en la adaptación del rol materno, el cual se trata de un proceso que vincula madre e hijo, además de la aceptación que tiene la mujer en su nueva etapa. (3)

Por lo anterior, cuando la mujer adopta la maternidad no lo hace por sí sola, sino a través de una evolución en el que necesita el acompañamiento de una red de apoyo que puede estar integrada por su pareja, familia, amigos o personal de enfermería. Asimismo, la salud del binomio madre-hijo está integrado por diferentes variables como la edad de la madre al momento del primer parto, la separación temprana del recién nacido, apoyo social y las actitudes de crianza. Este modelo representa tres variables que interactúan entre sí (4):

a) Microsistema. Se trata de la relación que se genera dentro de la madre, padre y el niño, las relaciones familiares, redes de apoyo; se destaca la aceptación del rol materno por el que atraviesan ambos padres.
b) Mesosistema. Favorece la interacción de rol materno, esta parte engloba la escuela, el entorno laboral de los papás, el cuidado diario y otros grupos sociales dentro de la comunidad.
c) Macrosistema. Se refiere al desarrollo del rol político, cultural, social de los dos sistemas anteriores, el cuidado de la salud y la influencia del sistema de salud sobre el rol materno. Es en éste último en donde enfermería destaca su función promotora de la lactancia materna a través del rol materno.

Fases de la leche materna

- ✓ Precalostro. O leche del prematuro ya que su producción comienza cuando el nacimiento ocurre antes de las 35 semanas de gestación, se caracteriza por su composición en proteínas, grasas, inmunoglobulinas, magnesio, sodio, es baja en lactosa, (5) pero abundante en IgA y lactoferrina. (6)
- ✓ CalostroEl cual presenta características específicas como color amarillo por su composición de beta-carotenos, proteínas e inmunoglobulinas se produce durante los primeros tres días posteriores al parto, su producción puede ser variable de acuerdo al estímulo de succión, de igual forma contiene87% de agua; 2.9 g/100 ml de grasa; 5.5 g/100ml de lactosa y 2.3 g/100 ml de proteína, además, concentración de 2 a 3 g de IgA y lactoferrina que, en conjunto a la cantidad de 100.000 mm^3 de linfocitos y macrófagos, los cuales le transfieren la condición protectora para el neonato, además cuenta con un pH de 7.45 y favorece el vaciamiento gástrico (7)
- ✓ Leche de transición. Su producción comienza a partir del cuarto al décimo día, progresivamente eleva su concentración de lactosa y grasa por aumento de colesterol, fosfolípidos y vitaminas hidrosolubles, su color blanco se caracteriza por el contenido de grasa y por la presencia decaseinato de calcio. (8,9)
- ✓ Leche madura. Se produce a partir del día 10 post parto, contiene un volumen promedio de 700 a 800 mililitros los primeros 6 meses y disminuyendo a 500 ml/día en el segundo semestre.54 Su composición destaca abundancia de proteínas entre ellas caseína 40%, lactoalbúmina y lactoglobulina. Aunque su contenido es mayormente agua en 87% a 90%,

aporta energía alrededor de670 a 700 kcal/L a través de carbohidratos que aportan energía al sistema nervioso central como la lactosa que también favorece el fortalecimiento de la flora intestinal por las bifidobacterias e impide el crecimiento de microorganismos patógenos por ser acidificante, además mejora la absorción del calcio y mantiene una estabilidad de la osmolaridad de la leche porque conserva bajas concentraciones de sodio y potasio.

Educación para la salud

El apoyo educativo a la madre favorece la duración y exclusividad de la LM (10); las estrategias más utilizadas son el contacto piel con piel posterior al parto, el inicio temprano de la lactancia durante los primeros 30 minutos de vida del recién nacido, la Iniciativa Hospital Amigo del Niño y la Niña (IHANN) la cual establece 10 pasos esenciales y básicos para una lactancia materna exitosa y 3 anexos, la educación sobre la lactancia materna y estrategias orientadas al seguimiento y permanencia de la lactancia.

Los profesionales de enfermería cumplen diversas funciones en la educación en lactancia materna, sin embargo, suele ser una barrera que limita el cumplimiento de la LM la falta de formación y tiempo de los profesionales para brindar consejería, además de la poca adherencia de las familias a los programas de educación prenatal y de LM. (11)

PARTE EXPERIMENTAL

El presente es un estudio de tipo cuantitativo cuasi experimental, prolectivo, longitudinal y comparativo, con pretest y postest a grupo experimental y grupo control.
Se hizo un muestreo no probabilístico por conveniencia en el que participaron 140 mujeres en periodo perinatal, las cuales fueron asignadas por un procedimiento aleatorio simple a 70 mujeres en el grupo experimental y 70 en el grupo control.

La intervención educativa consistió en un curso-taller sobre lactancia materna y técnicas de amamantamiento, con duración de cinco días y acompañamiento durante un mes.
Para el grupo control, se hizo la primera medición al primer contacto con la población y la segunda medición se hizo una semana posterior al nacimiento del neonato, si recibir la intervención en lactancia.

Los instrumentos utilizados fueron una guía de observación para evaluar habilidades y un cuestionario autoadministrado para medir conocimientos, mismos que al ser de diseño propio mostraron una confiabilidad aceptable con un Alpha de Cronbach de 0.7 para cada instrumento.
El plan de análisis estadístico para la caracterización de la muestra fue con estadística descriptiva y para la comparación de variables se utilizó estadística no paramétrica como t de Student y prueba de Wilcoxon.

Los aspectos bioéticos se basaron en los principios de autonomía y no maleficencia, en donde el primero se refiere al respeto a la capacidad de decisión del ser humano y el segundo a no causar daño. Aunque no se anticipan riesgos físicos ni emocionales, se proporcionó un consentimiento informado en el instrumento para medir el nivel de conocimientos, en el que al ser aceptado la persona podría responder y ésta podría abandonar o no el estudio libremente si así lo decidía. Asimismo se protegieron los derechos delas personas conforme al informe de Belmont, a través del respeto, la beneficencia y la justicia.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron respecto a la a las características sociodemográficas de la muestra del grupo experimental y del grupo control (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de la muestra

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL
	EDAD EN AÑOS	
Media	24.59	25.49
Mínimo	15	14
Máximo	46	40
	GRUPO DE EDAD AL QUE PERTENECE	
Adolescente (10-19 años)	27.10%	30.00%
Adulto joven (20-39 años)	67.10%	68.60%
Adulto maduro (40-59 años)	5.80%	1.40%
	ESTADO CIVIL	
Unión libre	75.70%	62.90%
Casada	8.60%	20%
Soltera	15.70%	17.10%
	NIVEL DE ESTUDIOS	
Sin estudios	1.40%	0%
Kínder	1.40%	0%
Primaria	12.90%	14.30%
Secundaria	**48.60%**	**55.70%**
Preparatoria	31.40%	25.70%
Licenciatura	4.30%	4.30%
	TRABAJA ACTUALMENTE	
Sí	54.30%	11.40%
No	45.70%	88.60%
	NÚMERO DE EMBARAZOS	
Uno	40%	42.90%
Dos	23.30%	21.40%
Tres o más	35.70%	35.70%
	HA DADO LACTANCIA MATERNA	
Sí	54.30%	52.90%
No	45.70%	47.10%

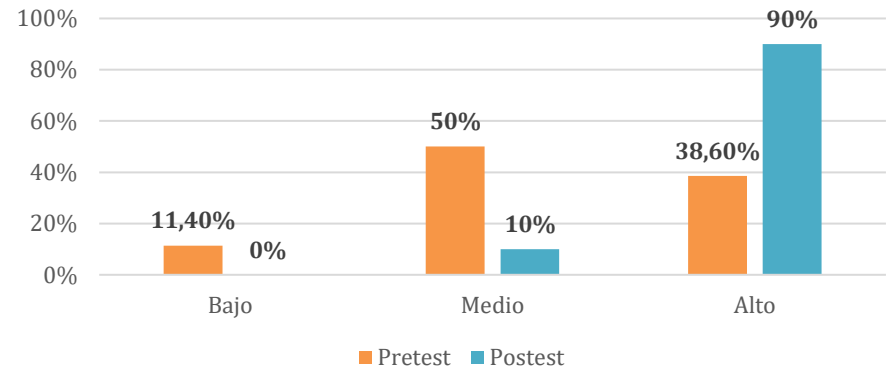
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos a 140 mujeres en periodo perinatal.

Como se puede apreciar, la mayoría de las participantes tanto del grupo experimental como control pertenecen al grupo de adultos jóvenes cuya media de edad es de 24.5 años para el grupo experimental y de 25.49 para el grupo control. Asimismo, destaca el estado civil de unión libre en ambos grupos y el nivel de estudios de secundaria. Respecto al estado laboral, para el grupo experimental el 54.3% sí trabaja, así como el 11.4% del grupo control.

Finalmente, la mayoría de participantes, en ambos grupos, ya ha tenido embarazos previamente, por lo que en la experiencia de dar lactancia materna más del 50% de cada grupo refiere haberla practicado anteriormente a este evento obstétrico.

En cuanto al nivel de conocimientos en el grupo experimental se aprecia una diferencia marcada entre el pretest y el postest (Figura 1): el nivel de conocimientos bajo disminuyó del 11% a cero, el nivel medio pasó del 50% a 10% y el nivel alto de conocimientos se incrementó de un 38.6% al 90%. Asimismo, en la prueba de Wilcoxon esta diferencia entre grupos relacionados es estadísticamente significativa con z=-5.809 y una p<0.05.

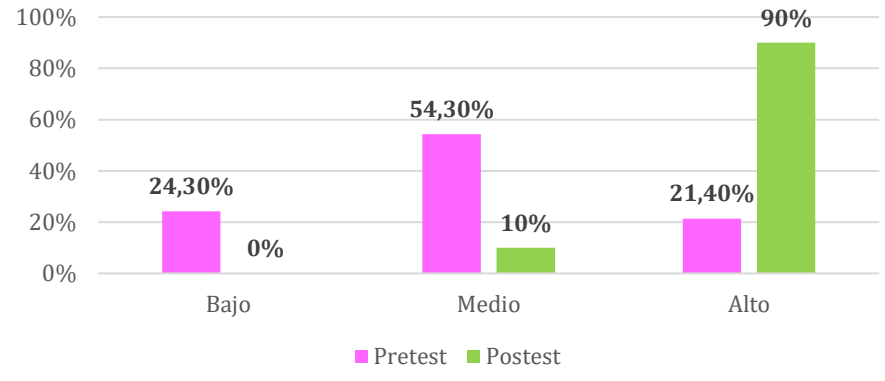
Figura 1. Nivel de conocimientos sobre LM del grupo experimental



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos sobre nivel de conocimientos en Lactancia Materna. n=70.

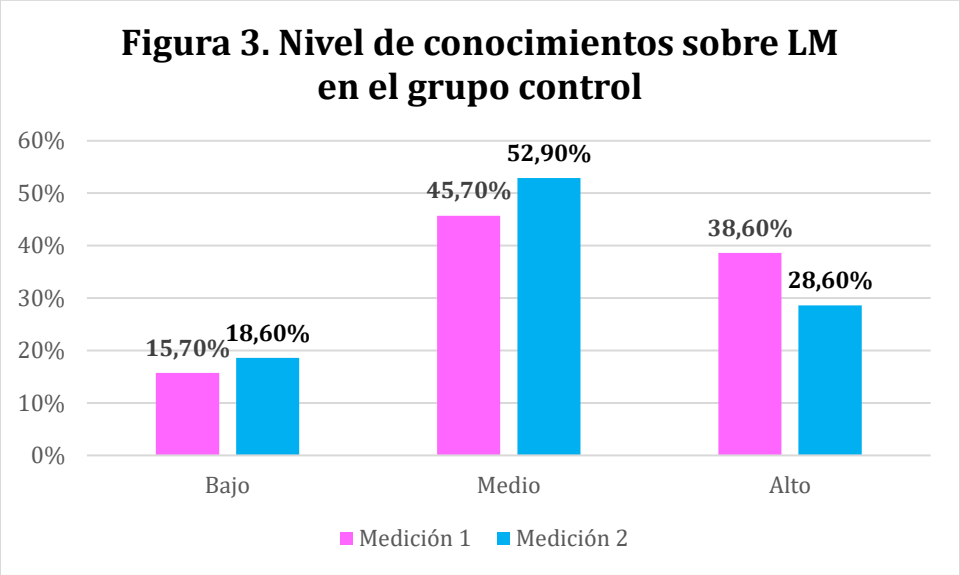
Asimismo, en la Figura 2 se logran apreciar diferencias en los niveles de habilidades en lactancia materna del grupo experimental, en donde el nivel bajo fue de 24.3% a cero, el nivel medio disminuyó de 54.3 a 10% para dar paso al incremento en el nivel alto de habilidades, pasando de un 21.4% a un 90% para este grupo. Aquí también se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en la prueba de Wilcoxon, con una z=-6.37 y p<0.05.

Figura 2. Nivel de habilidades en LM del grupo experimental



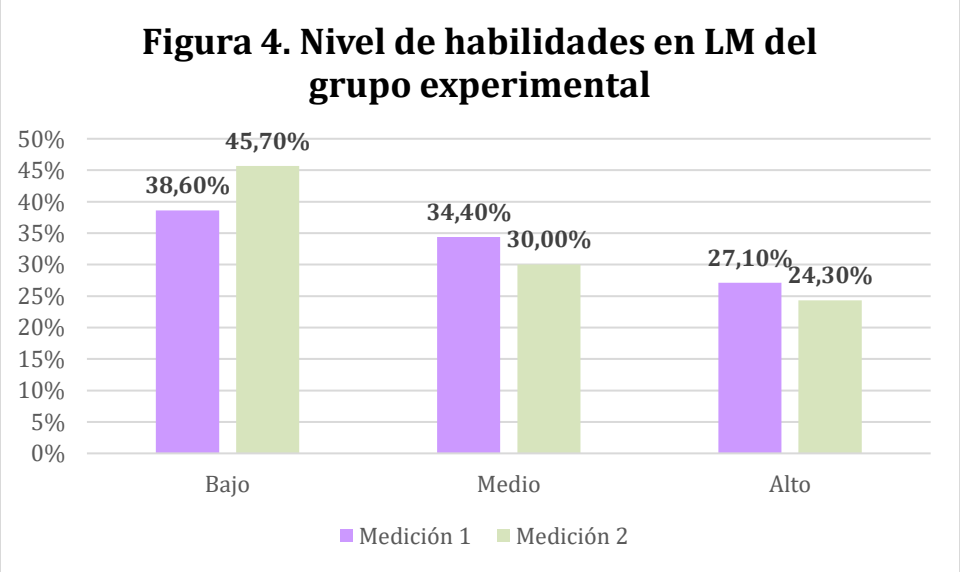
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos sobre nivel de habilidades en Lactancia Materna. n=70.

Respecto al grupo control, vemos en la Figura 3 que los cambios que hubo en el nivel de conocimientos sobre la lactancia materna decrementó según los datos obtenidos, pues en el nivel bajo pasó del 15.7% al 18.6%, para el nivel medio fue de 45.7% a 52.9% y el nivel alto disminuyó del 38.6% al 28.6%. En este sentido, las diferencias también son estadísticamente significativas en la prueba de Wilcoxon, con z=-2.065 y p<0.05.



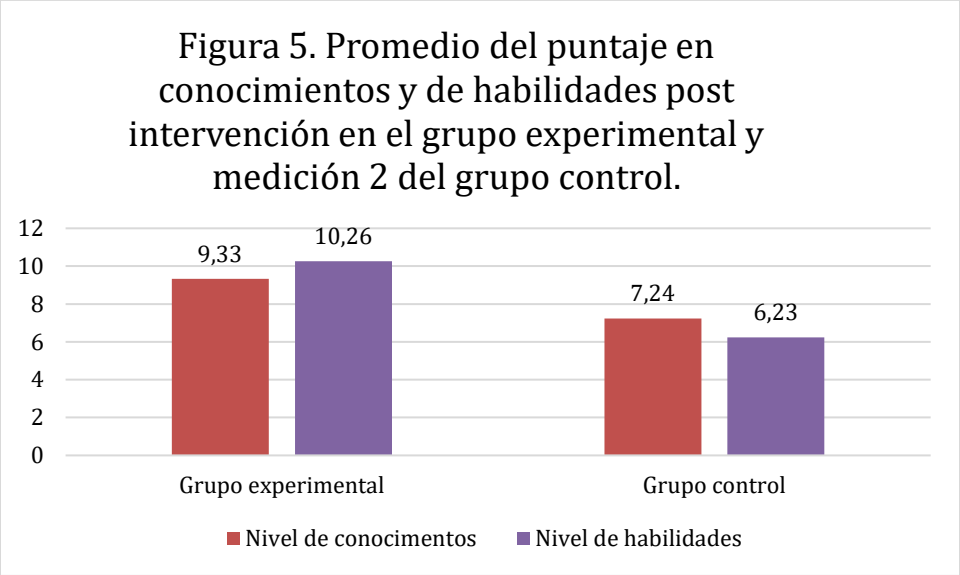
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos sobre nivel de conocimientos en Lactancia Materna. n=70.

En cuanto al nivel de habilidades del grupo control, se aprecia que el nivel bajo se incrementó de un 38.6% a un 45.7%, el nivel medio disminuyó de un 34.4% a un 30% y en el nivel alto también disminuyó pasando del 27.1% al 24.3%. La prueba de Wilcoxon arrojó evidencia estadísticamente significativa con z=-2.111 y p<0.05.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos sobre nivel de habilidades en Lactancia Materna. n=70.

Respecto a la intervención de enfermería, se encontraron diferencias en el nivel de conocimientos ($t=7.574$, $p<0.05$) del grupo experimental y del grupo control, así como diferencias en el nivel de habilidades ($t=10.95$, $p<0.05$). Como puede observarse en la figura 5, el grupo experimental obtuvo un promedio más alto tanto en nivel de conocimientos como de habilidades posterior a la intervención al compararlo con la medición 2 del grupo control.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos sobre conocimientos y habilidades. Grupo control n=70 y grupo experimental n=70.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Algunos estudios como el realizado por Ortiz, Barranco y Gutiérrez en 2023, midió el nivel de conocimientos en tres dimensiones, las cuales fueron: concepto, posición y/o técnica, beneficios, los puntajes que obtuvieron pre test son: concepto 51.3%, técnica 48% y beneficios 30.7%, a diferencia de lo que se obtuvo en esta investigación los porcentajes para nivel de conocimientos fue de 11.4%, el resultado para el nivel de habilidades fue de 8.6%; Ortiz tuvo porcentajes mayores en la categoría de nivel bajo de conocimientos, sin embargo al igual que la presente investigación se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre le nivel de conocimientos al inicio y al final del proyecto.(12) Asimismo, el incremento del nivel de conocimientos coincide en ambas investigaciones por lo tanto es favorable fomentar la educación en el periodo perinatal, para favorecer al apego a la técnica correcta de amamantamiento y prevalencia de LM.

Tamayo y colaboradores, en su estudio menciona que implementar estrategias de aprendizaje para una intervención educativa eficaz incrementa los conocimientos a las mujeres en el periodo perinatal y conocer los beneficios de LM tanto para él bebé como la mamá son influyentes para lograr cambios en el estilo de vida que favorecen una lactancia materna integral y favorable. (13) Por consiguiente, gran parte de la muestra (80%) tenía escasa información sobre LM antes de la intervención, a diferencia del presente estudio el grupo control pretest el nivel bajo de conocimientos fue del 11.4%, la mayoría de la muestra se centraba en un nivel medio de conocimientos con un 50%.

Finalmente se concluye que, con base en el modelo de Mercer, se destaca el rol enfermería para el mantenimiento y prevalencia de la LME: fomentar el acompañamiento como parte de las redes de apoyo y el vínculo entre madre e hijo es esencial.

Los resultados demuestran la eficacia de la intervención educativa con acompañamiento a las mujeres en periodo perinatal, logrando el cumplimiento de los objetivos planteados. Aún así es

imperiosa la necesidad de seguir desarrollando modelos educativos y estrategias didácticas que se ajusten a las necesidades de cada paciente.

En este sentido, la principal labor de enfermería es proporcionar acompañamiento y consejería, guiar a cada mujer al momento de llevar a cabo la lactancia materna, con el fin de evitar problemas físicos o psicológicos que orillen a las madres al abandono de esta práctica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lazcano Ponce EC, Shamah Levy T. La salud de los mexicanos en cifras: resultados de la Ensanut 2022 [Internet]. ENSANUT. INSP; 2025 [citado 19 feb 2026]. Disponible en: https://www.insp.mx/informacion-relevante/la-salud-de-los-mexicanos-en-cifras-resultados-de-la-ensanut-2022
2. Giraldo D, López F, Quirós A. Causas de abandono de la lactancia materna y factores de éxito para la relactación. Rev Scielo [Internet] 2019 [consultado 27 septiembre 2024]; 20(3):351-370. https://doi.org/10.5294/aqui.2020.20.3.6
3. CuellarLK. Conocimiento sobre lactancia materna exclusiva y practica en madres de neonatos hospitalizado del servicio de neonatología. [Tesis especialidad]. Lima Perú, 2023. [Consultado 5 septiembre 2024]. Disponible en: https://tinyurl.com/2yu4z5z5
4. AlvaradoL, Guarin L. Adopción del rol maternal de la teorista Ramona Mercer al cuidado de enfermería binomio madre-hijo: reporte de caso en la unidad materno infantil. Rev Cuid [Internet] 2011 [consultado 12 septiembre 2024]; 2(2): 195-201. Disponible en: https://tinyurl.com/yc79fha3
5. Rodríguez DA, Barrera M. Beneficios Inmunológicos de la leche materna. Rev RECIAMUC [Internet] 2020 [consultado 5 octubre 2023]; 4(1): 93-104. Disponible en: https://tinyurl.com/3rx57ky3
6. López L, Guillén S, Vela M, Carrillo R. Actualización sobre la lactancia materna en los recién nacidos con errores innatos del metabolismo intermediario. Boletín Médico del Hospital Infantil de México. [Artículo de revisión] 2022 [consultado 11 de diciembre 2023]; 79(3). Disponible en: https://tinyurl.com/y7p7j5wp
7. Sabillón F, Abdu B. Composición de la leche materna. Rev [Internet] 1997 [consultado 03 noviembre 2023]; 121-124. Disponible en: https://tinyurl.com/mrf8hwby
8. López R. Composición e inmunología de la leche humana. Rev Acta Pediátrica de México. [Internet] 2011 [consultado 08 octubre 2023]; 32 (4): 223-230. Disponible en: https://tinyurl.com/5n857nkx
9. Katie L, Westerfield DO, Koenig MD. Lactancia materna: preguntas y respuestas comunes. Rev American Academy of Family Physicians [Internet] 2018 [consultado 11 septiembre 2023]; 98(6):368-376. Disponible en: https://bit.ly/3P0NU99
10. CEED. Lactancia materna. JUNJI; 2017. [Internet]. [citado el 8 de octubre de septiembre de 2023]. Disponible en: https://tinyurl.com/4e2cpkfn
11. Martín S, Domínguez B, García C, García AM, Sánchez E, Solís G. Lactancia materna en España y factores relacionados con su instauración y mantenimiento: estudio LAyDI (PAPenRed). Rev Atención primaria. [Internet] 2024 [consultado 19 de febrero 2023]. Disponible en: https://tinyurl.com/yc7cct4t
12. Ortiz G, Barranco I, Gutiérrez I. Conocimientos de lactancia materna en embarazadas antes y después de una intervención educativa. Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc [Internet] 2023 [consultado 23 septiembre 2024]; 31(1):15-20. Disponible en: https://tinyurl.com/44aebfkh
13. Tamayo O, Gómez J, Dieguez R, Pérez M. Intervención educativa sobre los beneficios inmunológicos de la lactancia materna para los lactantes. Rev Scielo [Internet] 2022 [consultado 21 septiembre 2024]; 38(2):1484. Disponible en: https://tinyurl.com/59vcbe4a

SIEFAS, IMPACTO CLÍNICO, PREDICTORES DE ADHERENCIA Y EQUIDAD EN POBLACIÓN MEXICANA CON OBESIDAD

Juan Manuel Stein Carrillo[1], Adolfo Meléndez Ramírez[2], Leonardo Miguel Moreno Villalba[2], Francisco Jacob Ávila Camacho[2], Hugo Nathanael Lara Figueroa[2], Sandra Paulina Castillo Cardenas[2]

[1]Tecnológico Nacional de México / [2]TES Ecatepec.
jmsteinc@tese.edu.mx

RESUMEN

México enfrenta una epidemia de obesidad que afecta al 75% de la población adulta, generando costos sanitarios anuales de 70 mil millones de pesos y 150,000 muertes prematuras por enfermedades no transmisibles como diabetes e hipertensión. Las intervenciones tradicionales de ejercicio supervisado fallan por tasas de abandono del 80% a los 6 meses, falta de personalización y brecha entre eficacia en ensayos controlados y efectividad en contextos reales.

El Sistema Inteligente de Entrenamiento Físico Adaptativo SIEFAS (Sistema Inteligente de Entrenamiento Físico Adaptativo SIEFAS), desarrollado en Fases I (2024: validación técnica con BlazePose 2.0, Flutter multiplataforma y usabilidad SUS 87/100) y en Fase II (2025: validación clínica con publicaciones en PubMed/Web of Science), aborda estas limitaciones mediante visión por computadora, recomendaciones bayesianas personalizadas y monitoreo en tiempo real vía app móvil.

SIEFAS es una app en tu celular que ve tus ejercicios con la cámara, ajusta rutinas a tu ritmo, predice si vas a abandonar y te motiva antes de que tires la toalla. Eso es SIEFAS, el Sistema Inteligente de Entrenamiento Físico Adaptativo, creado en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec para combatir la obesidad que azota a 75% de adultos mexicanos –¡más de 40 millones de personas! Programas de gym tradicionales fallan: 80% abandona en meses por falta de tiempo, personalización o monitoreo. SIEFAS cambia el juego con IA: usa visión computacional (BlazePose).

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, BlazePose, Adherencia, Obesidad, Entrenamiento Personalizado.

INTRODUCCIÓN

La obesidad en México ha llegado a niveles muy altos. La obesidad se ha convertido en el mayor reto para el sistema de salud del país. Más del setenta y cinco por ciento de los adultos tiene sobrepeso o obesidad. La carga económica de la obesidad es de setenta mil millones de pesos al año. La carga económica amenaza con colapsar los servicios públicos si no se ponen soluciones nuevas. La obesidad provoca una mortalidad temprana de ciento cincuenta mil personas cada año. La mortalidad muestra la necesidad de pasar de la atención reactiva a la prevención activa y a la tecnología. Las diferencias en el acceso a intervenciones de calidad empeoran el problema. El acceso a esas intervenciones de calidad afecta mucho más a las poblaciones vulnerables y a las poblaciones con bajos recursos.

El ejercicio físico supervisado funciona en entornos controlados, pero el ejercicio tiene barreras que la población general no puede superar. El costo del entrenador certificado es alto, el tiempo disponible es poco, el gimnasio está lejos y el horario es rígido. El costo, el tiempo, el gimnasio y el horario hacen que el 80% de los practicantes abandone la meta antes de los seis meses. Además, el estudio muestra una brecha grande entre la eficacia que se observa en los ensayos clínicos y la efectividad que se vive en la vida cotidiana. En la vida cotidiana la falta de monitoreo continuo desmotiva al usuario. La desconexión muestra la necesidad de herramientas que ofrezcan

personalización a escala. La personalización debe ir con retroalimentación en el tiempo real. La retroalimentación debe llegar sin que la presencia física del experto se necesite.

La transformación digital en salud ha permitido que la inteligencia artificial (IA) se posicione como una solución viable para democratizar el entrenamiento de alta calidad. El uso de visión artificial para el análisis biomecánico y el aprendizaje automático para la adaptación de cargas permite replicar la función de un entrenador personal a una fracción del costo. Estudios recientes indican que las aplicaciones móviles que integran recomendaciones adaptativas logran una mayor adherencia que aquellas basadas en contenidos estáticos. SIEFAS aprovecha estos avances para ofrecer una plataforma que no solo prescribe ejercicios, sino que acompaña activamente al usuario en su proceso de transformación física.

El desarrollo del proyecto SIEFAS bajo el marco de los proyectos TecNM ha seguido una ruta metódica de validación técnica y clínica. Tras una exitosa Fase I centrada en la arquitectura de software y usabilidad, la Fase II aportó evidencia sólida sobre mejoras en la composición corporal y capacidad cardiovascular. La actual Fase III profundiza en la equidad y los predictores de persistencia, buscando identificar los factores que permiten a los mexicanos mantener hábitos saludables a largo plazo. Este enfoque holístico asegura que la tecnología no sea solo innovadora, sino también socialmente relevante y adaptada a las particularidades de la población mexicana.

El presente artículo tiene como objetivo analizar el impacto clínico de SIEFAS y su capacidad para predecir y fomentar la adherencia en comparación con los métodos tradicionales de gimnasio. Se presentan datos comparativos de tres meses de seguimiento, contrastando el progreso de estudiantes del sector académico utilizando la APP frente a individuos con rutinas convencionales. Esta investigación contribuye al cuerpo de conocimiento sobre salud digital, proporcionando evidencia empírica de cómo la IA puede ser el catalizador necesario para combatir la epidemia de obesidad en México. Se espera que estos hallazgos sirvan de base para futuras políticas de salud pública basadas en tecnología escalable.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio usó un diseño cuasiexperimental longitudinal con mediciones antes y después de la intervención. El estudio hizo las mediciones antes y después de la intervención. El estudio cubrió un periodo de ocho semanas para la validación clínica inicial y luego siguió a los participantes durante tres meses para el análisis de la adherencia. El estudio tomó una muestra de 50 participantes y los dividió en dos grupos. El grupo de intervención usó la APP SIEFAS. El grupo de control siguió los programas de entrenamiento tradicionales. La metodología la diseñamos para medir los cambios fisiológicos y también para observar la interacción del usuario con la tecnología en la vida real. Los procedimientos los alineamos con la Declaración de Helsinki para asegurar la integridad y la privacidad de los participantes.

Los criterios de inclusión incluyeron a los adultos de veinte a treinta años. Los adultos tenían el nivel de actividad física bajo o moderado. Los adultos no tenían las lesiones musculoesqueléticas previas. Los investigadores excluyeron a las personas con enfermedades cardiovasculares no controladas. Los investigadores también excluyeron a las personas. Las personas habían usado antes programas de entrenamiento con IA. Los investigadores hicieron la exclusión para evitar sesgos en la percepción de usabilidad. Los técnicos realizaron la recolección de datos biométricos con herramientas de precisión. Los técnicos usaron las básculas de bioimpedancia Tanita BC-554 para medir la composición corporal. Los técnicos usaron los pulsómetros Polar H10 para medir la frecuencia cardíaca. Los usuarios hicieron el análisis de movimiento con la cámara frontal de sus smartphones. La cámara necesitó una resolución mínima de 1080p.

La intervención para el grupo SIEFAS consistió en 3 a 4 sesiones semanales guiadas por la aplicación, la cual ajustaba dinámicamente las cargas según el rendimiento registrado en la sesión anterior. En contraste, el grupo de control recibió un plan de entrenamiento estático en formato PDF

diseñado por un profesional, pero sin retroalimentación técnica automatizada ni ajustes dinámicos. Esta diferencia fundamental permitió aislar el efecto de la inteligencia artificial y la personalización algorítmica sobre los resultados finales. Durante los tres meses de seguimiento experimental, se registraron métricas mensuales de peso, IMC, porcentaje de grasa y masa muscular para ambos grupos.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics v28.0, empleando pruebas t para muestras independientes y pareadas con un nivel de significancia de $p < .05$. Se calcularon las puntuaciones de cambio absoluto y relativo para cada variable de resultado entre el pre-test y el post-test. Para la usabilidad, se aplicó la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS), interpretando los resultados según los baremos estandarizados del percentil 90. Los datos de adherencia se extrajeron directamente de los logs automáticos del servidor de SIEFAS, garantizando una medición objetiva del cumplimiento del programa.

TEORÍA

El fundamento científico de SIEFAS se apoya en el uso de redes neuronales convolucionales (CNN) para la estimación de la pose humana en tiempo real. Según la arquitectura BlazePose implementada, el sistema es capaz de rastrear 33 puntos clave del cuerpo con baja latencia, lo que permite un análisis biomecánico instantáneo en dispositivos móviles **(V. Bazarevsky, 2020)**. Esta tecnología facilita la comparación de los movimientos del usuario con plantillas de ejecución ideal desarrolladas por expertos. Al detectar desviaciones superiores a 15 grados en ángulos críticos, el sistema emite alertas visuales y auditivas correctivas **(Huang y Zheng, 2024)**.

La personalización de los planes de entrenamiento se gestiona a través de un modelo de regresión lineal múltiple, un pilar del aprendizaje supervisado. Este modelo procesa variables de entrada como el rendimiento previo, la frecuencia cardíaca y los objetivos del usuario para predecir la carga óptima de la semana siguiente **(Huang y Zheng, 2024)**. El reentrenamiento semanal de este algoritmo garantiza que la rutina evolucione a la par del progreso fisiológico del individuo. Este enfoque adaptativo es superior a los planes estáticos, ya que minimiza el riesgo de estancamiento y sobreentrenamiento **(Dharmik1602, 2025)**.

En cuanto a la psicología del comportamiento, SIEFAS integra la Teoría de Autodeterminación (SDT) para fomentar la motivación intrínseca. Al proporcionar retroalimentación inmediata, el usuario desarrolla una mayor percepción de competencia y autonomía sobre su propio proceso de mejora **(R. M. Ryan, 2017)**. Los elementos de gamificación, como puntos e insignias, actúan como refuerzos positivos que fortalecen el compromiso a largo plazo **(Xiao et al., 2025)**. Estos mecanismos han demostrado ser críticos para elevar las tasas de adherencia en intervenciones de salud digital.

El sistema opera bajo una arquitectura cloud-native utilizando Supabase, lo que garantiza la escalabilidad y disponibilidad de los datos en cualquier momento **(Supabase, 2026)**. La integración del patrón de diseño Model-View-ViewModel (MVVM) permite una separación clara entre la lógica de negocio y la interfaz de usuario en Flutter **(Sandoval, 2026)**. Esto facilita actualizaciones rápidas y un mantenimiento eficiente de la aplicación en múltiples plataformas. La seguridad de la información biométrica es una prioridad, cumpliendo con estándares internacionales de protección de datos personales.

La visión artificial en el fitness ha avanzado significativamente, permitiendo que dispositivos comunes realicen tareas que antes requerían laboratorios especializados. SIEFAS se sitúa en la frontera de este avance al no solo contar repeticiones, sino evaluar la calidad técnica del movimiento. Este análisis cualitativo es fundamental para la prevención primaria de lesiones en entrenamientos no supervisados presencialmente. La capacidad de procesar estas tareas de forma local en el dispositivo reduce la dependencia de conexiones a internet de alta velocidad.

El modelo bayesiano utilizado en las etapas iniciales de la Fase I permitió establecer un motor de recomendaciones robusto incluso con datos limitados **(IEEE, 2025)**. A medida que el sistema recopila más datos de usuarios reales, la precisión de las predicciones de mejora se incrementa exponencialmente **(Zhang, 2025)**. Esta evolución constante del algoritmo permite identificar patrones sutiles de fatiga o mejora que pasarían desapercibidos para un entrenador humano. La IA se convierte así en un aliado infatigable para el seguimiento longitudinal del usuario.

La gamificación en SIEFAS no es puramente estética, sino que está vinculada a hitos de rendimiento real y aprendizaje técnico. Al "gamificar" el proceso de mejora de la técnica, se incentiva al usuario a prestar atención a la calidad de su movimiento más que a la cantidad. Esto genera una experiencia de usuario gratificante que se refleja en las altas puntuaciones de usabilidad obtenidas. La competencia anónima mediante tablas de clasificación fomenta un sentido de comunidad sin generar presión social negativa.

Finalmente, el marco RE-AIM se utiliza en la Fase III para evaluar las dimensiones de alcance, efectividad, adopción, implementación y mantenimiento **(Glasgow et al., 2019)**. Este marco asegura que el proyecto no sea solo un éxito técnico, sino que pueda integrarse efectivamente en el sistema de salud mexicano **(Summers et al., 2021)**. La sostenibilidad a largo plazo depende de la capacidad del sistema para reducir costos sanitarios reales mediante la prevención de enfermedades crónicas. SIEFAS representa, por tanto, una convergencia entre las ciencias de la computación, la fisiología del ejercicio y la salud pública.

PARTE EXPERIMENTAL

El proceso inició con una fase de reclutamiento en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. El reclutamiento obtuvo una muestra de 50 voluntarios que tenían sedentarismo. Los voluntarios se dividieron en dos grupos. El grupo de la academia usó la infraestructura de SIEFAS. El grupo de gimnasio hizo entrenamientos. La división permitió comparar la tecnología con IA con la autogestión del ejercicio en entornos de práctica.

En la semana 0 el equipo del laboratorio de ciencias del deporte hizo las mediciones. El equipo estableció el punto de partida para todas las variables. El equipo registró el peso, el porcentaje de grasa, la masa muscular y la capacidad cardiovascular con el test de Cooper. Los participantes del grupo SIEFAS recibieron la capacitación sobre el uso de la aplicación y la colocación del smartphone para el análisis de visión artificial. El grupo de control recibió los planes en PDF y no recibió la retroalimentación. Se aplica la técnica adicional durante el resto del estudio.

A lo largo de ocho semanas de intervención intensiva, los usuarios de la APP SIEFAS realizaron rutinas de 3 a 4 sesiones semanales, donde cada movimiento era monitoreado por el módulo BlazePose. El sistema registraba automáticamente el volumen de entrenamiento y la calidad de la técnica, ajustando la dificultad de los ejercicios semanalmente según el progreso individual. Por otro lado, el grupo de gimnasio regular siguió sus rutinas fijas de manera independiente, registrando sus sesiones de forma manual sin recibir ajustes automáticos basados en su desempeño real.

En la semana 9, se repitió el protocolo de medición completo para evaluar los cambios logrados tras el periodo de intervención. Los participantes regresaron al laboratorio para las pruebas de post-test bajo las mismas condiciones controladas de la fase inicial. Además de las métricas fisiológicas, los usuarios de SIEFAS completaron la encuesta SUS para cuantificar su percepción de la facilidad de uso y satisfacción con la plataforma tecnológica. Los registros mensuales del Mes 1 al Mes 3 se consolidaron para realizar el análisis comparativo longitudinal.

El análisis final integró los datos de adherencia extraídos del backend de la aplicación, cruzándolos con los resultados de composición corporal para identificar correlaciones significativas. Se prestó especial atención a la comparación de casos individuales para ilustrar la efectividad de la personalización algorítmica de SIEFAS frente al entrenamiento convencional. Esta etapa

experimental proporcionó la base empírica necesaria para validar la superioridad del sistema inteligente en la mejora de la condición física y el fomento de la persistencia conductual.

RESULTADOS

Los resultados clínicos de la Fase II demostraron que SIEFAS es significativamente más efectivo que los métodos tradicionales en todas las variables evaluadas ($p < .001$). El grupo de intervención logró una reducción promedio del porcentaje de grasa corporal de -3.5%, mientras que el grupo de control apenas alcanzó un -0.8%. En términos de ganancia de masa muscular, los usuarios de SIEFAS aumentaron 1.5 kg en promedio frente a los 0.4 kg del grupo convencional. Además, la capacidad cardiovascular mejoró en +4.3 ml/kg/min en el grupo APP frente a solo +1.0 ml/kg/min en el grupo control.

La adherencia al programa fue excepcionalmente alta, alcanzando el 92.3% de las sesiones programadas en el grupo SIEFAS, un resultado notablemente superior al 30-50% típico de las apps de salud. Esta consistencia se reflejó en una puntuación de usabilidad SUS de 85.4/100, categorizada como "Excelente" y situada en el percentil 90 de satisfacción tecnológica. El análisis cualitativo sugiere que la retroalimentación técnica instantánea y los módulos de gamificación fueron los principales impulsores de esta persistencia conductual. El sistema no solo mejoró el físico, sino que transformó la relación de los usuarios con el ejercicio.

Al analizar las estadísticas comparativas de los registros mensuales (Mes 1 vs Mes 3) Tabla 1, se observa una tendencia de mejora muy superior en el sector académico que utilizó la APP. Por ejemplo, el participante **Ian Emilio (APP)** inició el Mes 1 con 108.2 kg y un 33.7% de grasa corporal. Al finalizar el Mes 3, redujo su peso a **94.2 kg** y su grasa al **31.0%**, logrando además aumentar su masa muscular de 62.7 kg a **64.8 kg**. Estos datos reflejan una optimización de la composición corporal que rara vez se logra en programas no asistidos por IA en un tiempo tan reducido.

Tabla 3 Estadísticas mensuales del participante Ian Emilio

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Participante	Ian Emilio	Ian Emilio	Ian Emilio
Peso	108.2	101.2	94.2
IMC	31.2	31.2	29.1
Grasa Corporal	0.337	0.337	0.31
Masa Grasa	34.1	34.1	29.2
Masa Muscular	62.7	62.7	64.8
Frecuencia Muscular	0.619	0.619	0.638
Musculo Esquelético	0.379	0.379	0.394
Masa Esquelética	4.5	4.5	4.7
Cantidad De Proteína	13.5	13.5	13.8
Proteína	0.133	0.133	13.90%
Contenido De Agua	49.2	49.2	50.8
Agua Corporal	0.486	0.486	50.20%
Grasa Subcutánea	0.24	0.24	22.10%
Garsa Visceral	14	14	12
BRM (Kcal)	1819	1819	1848
Edad Corporal	25	25	24
WHR	0.93	0.93	0.91
Peso Corporal Estándar	71.3	71.3	71.3

En contraste, el desempeño del grupo que asistió al gimnasio de manera regular fue notablemente más lento y menos consistente. El participante **Jorge Ortega (Gimnasio) Tabla 2** comenzó el Mes 1 con 120.2 kg y un 40.6% de grasa corporal. Tras tres meses de entrenamiento tradicional, su peso bajó mínimamente a **117.4 kg** y su grasa corporal a **38.8%**. Aunque hubo una mejora, la magnitud del cambio fue significativamente menor a la observada en el grupo asistido por el algoritmo adaptativo de SIEFAS, evidenciando la ineficiencia de los planes estáticos.

Tabla 4 Estadísticas mensuales del participante Ian Jorge Ortega

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Participante	Jorge Ortega	Jorge Ortega	Jorge Ortega
Peso	120.2 kg	120.2 kg	117.4 kg
IMC	37.1	37.1	36.2
Grasa Corporal	0.406	0.406	0.388
Masa Grasa	48.8kg	48.8kg	45.5 kg
Masa Muscular	66.6 kg	66.6 kg	68.1 kg
Frecuencia Muscular	0.554	0.554	0.566
Musculo Esquelético	0.341	0.341	0.35
Masa Esquelética	4.8 kg	4.8 kg	4.9 kg
Cantidad De Proteína	14.3 kg	14.3 kg	14.8 kg
Proteína	0.119	0.119	12.30%
Contenido De Agua	52.3 kg	52.3 kg	53.8 kg
Agua Corporal	0.435	0.435	44.70%
Grasa Subcutánea	0.289	0.289	27.50%
Garsa Visceral	20	20	18
BRM (Kcal)	1912	1912	1940
Edad Corporal	29	29	28
WHR	0.94	0.94	0.92
Peso Corporal Estándar	71.3 kg	71.3 kg	71.3 kg

Otros casos refuerzan esta superioridad tecnológica; por ejemplo, **Natasha (APP)** logró reducir su grasa corporal del 39.1% al **36.2%** en tres meses utilizando SIEFAS. Por su parte, **Erick Leonel (Gimnasio)** mostró una buena progresión bajando del 27.0% al **22.6%** de grasa, pero sin el incremento sustancial de masa muscular observado en los usuarios más constantes de la aplicación. En conjunto, los datos confirman Tabla 3, que SIEFAS acelera los resultados positivos al ajustar la intensidad del entrenamiento de forma precisa según la respuesta fisiológica individual de cada usuario.

Tabla 5 Resultados del entrenamiento SIEFAS vs Grupo de Control

Variable de Resultado	Grupo SIEFAS (APP)	Grupo Control (Gym)	Valor p
Cambio % Grasa Corporal	-3.5 ± 1.2	-0.8 ± 0.9	<.001
Cambio Masa Muscular (kg)	+1.5 ± 0.7	+0.4 ± 0.5	<.01
Mejora VO2max (ml/kg/min)	+4.3 ± 1.5	+1.0 ± 1.1	<.001
Tasa de Adherencia (%)	92.30%	ND (Baja observada)	<.001

DISCUSIÓN

La superioridad de SIEFAS sobre los métodos de entrenamiento tradicionales puede atribuirse a la sinergia entre la personalización algorítmica y la retroalimentación técnica instantánea. Mientras que el grupo de gimnasio siguió rutinas estáticas que a menudo no se alineaban con su capacidad diaria, el modelo de regresión de SIEFAS optimizaba el volumen de carga semanalmente basándose en datos reales. Esta capacidad de adaptación no solo maximiza los beneficios fisiológicos, como se vio en la reducción de grasa e incremento de músculo, sino que previene el desánimo derivado de la falta de resultados visibles o el agotamiento excesivo.

La tasa de adherencia del 92.3% es uno de los hallazgos más relevantes, ya que aborda el principal cuello de botella en el tratamiento de la obesidad: la falta de constancia. La integración de BlazePose para la corrección postural en tiempo real parece haber desempeñado un papel psicológico fundamental al aumentar la autoeficacia del usuario. Al recibir confirmación inmediata de que están realizando el ejercicio de forma correcta, los participantes desarrollan un sentido de dominio que es clave para la motivación intrínseca. Esto, sumado a la gamificación, crea un entorno de entrenamiento que los usuarios perciben como gratificante y fácil de seguir.

Desde una perspectiva de salud pública, SIEFAS ofrece una solución escalable para combatir la epidemia de obesidad en México, superando las limitaciones de costo y acceso de los gimnasios convencionales. Los resultados demuestran que una aplicación móvil bien diseñada puede superar la efectividad de los entrenamientos presenciales no supervisados, democratizando la salud digital. La Fase III permitirá refinar aún más estos modelos para atender a poblaciones con mayores disparidades sociales, asegurando que la tecnología sea una herramienta de equidad y no de exclusión. Estos hallazgos sientan las bases para integrar SIEFAS en programas institucionales de bienestar a nivel nacional.

CONCLUSIONES

La validación técnica y clínica del proyecto SIEFAS muestra que combinar la inteligencia artificial y la visión por computadora es una forma mejor para ayudar a la población mexicana con obesidad a mejorar su condición física. El sistema logra cambios claros en la composición corporal y en la capacidad cardiovascular en solo ocho semanas. Además, el sistema soluciona el problema de que la gente no siga el programa, porque el sistema personaliza el programa y lo convierte en un juego. La evidencia demuestra que SIEFAS puede hacer tres veces más efectivo lo que hacen los gimnasios tradicionales. Así, SIEFAS ofrece una herramienta de intervención fuerte y con respaldo científico.

El proyecto tiene un impacto que supera los resultados de cada persona. El proyecto ofrece un modelo que se puede usar en muchos lugares y que ayuda a bajar los costos de salud que genera la falta de ejercicio en México. Cuando el proyecto convierte el smartphone del usuario en un entrenador personal, SIEFAS elimina las barreras de dinero y de distancia que impiden a millones de personas vivir de forma saludable. La Fase III del proyecto va a reforzar la propuesta. La Fase III va a añadir modelos que predicen el abandono y va a incluir estrategias para que todos tengan el mismo acceso a la salud digital.

En conclusión, SIEFAS representa una innovación tecnológica esencial para enfrentar la crisis de obesidad que afecta al 75% de los adultos mexicanos. El éxito de las dos primeras fases del proyecto TecNM sienta las bases para una implementación a gran escala que promete revolucionar la preparación física personalizada y la salud pública en México. Se recomienda la adopción de este tipo de sistemas inteligentes en los sectores educativo, empresarial y de salud como una medida de prevención primaria altamente efectiva y económicamente sostenible para el futuro del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dharmik1602. (2025). AI-Fitness: Intelligent Fitness & Nutrition Recommendation System. https://github.com/Dharmik1602/AI_fitness_project
2. Glasgow, R., Gaglio, B., Smith, M., Porter, G., Ory, M., & Estabrooks, P. (2019). RE-AIM Planning and Evaluation Framework: Adapting to New Science and Practice With a 20-Year Review. PubLMed. https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00064
3. Huang, S., & Zheng, H. (2024). Multiple Linear Regression in Physical Fitness Indicators. 2024 4th International Conference on Information Technology and Contemporary Sports (TCS). Guangzhou, China: IEEE. https://doi.org/10.1109/TCS64526.2024.11025201
4. IEEE. (2025). IEEEXplore. Athlete Physical Fitness Evaluation and Training Recommendation System Based on Machine Learning. Shenyang, China: IEEE. https://doi.org/10.1109/EESPE63401.2025.10986889
5. R. M. Ryan, E. L. (2017). Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. En No hay ningún eBook disponible (pág. 756). Guilford Publications.
6. Sandoval, G. (Mayo de 2026). Flutter + Supabase: crear apps modernas. Medium: https://medium.com/@giansando2022/flutter-supabase-c%C3%B3mo-crear-apps-modernas-sin-construir-un-backend-desde-cero-1a7de94367cb
7. Summers, J., Estabrooks, P., Harden, S., Kessler, R., King, D., Kwan, B., . . . Glasgow, R. (2021). Understanding and applying the RE-AIM framework: Clarifications and resources. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/cts.2021.789
8. Supabase. (2026). Use Supabase with Flutter. https://supabase.com/docs/guides/getting-started/quickstarts/flutter
9. V. Bazarevsky, G. K. (2020). BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking. 1, 4. https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.10204
10. Xiao, X., Huang, D., & Li, G. (2025). Fitness social media use and intrinsic motivation. Frontiers in Psychology. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1635912
11. Zhang, L. (2025). Features extraction based on Naive Bayes algorithm and TF-IDF for news classification. https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327347

EFECTO DE LA ANATÓMIA DEL FÉMUR DE RATA WISTAR EN LOS PATRONES DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Gabriel Herrera-Pérez[1], Efren Martín Hernández-Navarro[2], Esmeralda Rodríguez-Miranda[3], Sergio López-Briones[3], Marco Antonio Hernández-Luna[3].

[1]Departamento de Ingeniería en Materiales, TecNM/ITS de Irapuato. [2]Departamento de Licenciatura en Biología, TecNM/ITS de Irapuato, [3]Laboratorio de Biomedicina Traslacional, División Ciencias de la Salud, Universidad de Guanajuato Campus León.
gabriel.hp@irapuato.tecnm.mx

RESUMEN

La difracción de rayos X (DRX) constituye una de las técnicas más utilizadas para el estudio estructural de materiales biológicos mineralizados. Sin embargo, la interpretación de los patrones obtenidos puede verse influenciada por factores asociados tanto a la composición del material como a las condiciones físicas bajo las cuales se realiza la medición. En este trabajo se compararon patrones de DRX obtenidos a partir de cabeza y cuello femoral de rata Wistar analizados en condición de pieza anatómica y pulverizada, con el propósito de evaluar la influencia de la preparación de la muestra sobre la respuesta difractométrica observada.

Las muestras femorales fueron limpiadas mediante colonias de derméstidos para eliminar tejidos blandos y posteriormente caracterizadas mediante microscopía estereoscópica y difracción de rayos X. Las muestras tanto anatómicas como pulverizadas fueron analizadas utilizando difractómetros con geometría Bragg-Brentano. Los patrones obtenidos permitieron comparar la respuesta de regiones asociadas tanto a la matriz colágena como a la fase mineral del tejido óseo.

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los patrones obtenidos de los dos grupos de muestras, las muestras anatómicas presentaron una mayor variabilidad en intensidad y forma de las señales registradas, particularmente en la región de bajo ángulo, mientras que las muestras pulverizadas mostraron patrones más homogéneos y reproducibles. El análisis realizado sugiere que la geometría física de la muestra y las condiciones experimentales de medición influyen de manera importante en la información obtenida mediante DRX. Se concluye que la correcta interpretación de difractogramas de tejido óseo requiere considerar simultáneamente la naturaleza estructural del material y las limitaciones geométricas inherentes a la técnica empleada.

INTRODUCCIÓN

El tejido óseo constituye uno de los materiales biológicos naturales más complejos debido a la interacción jerárquica entre sus componentes orgánicos e inorgánicos. Esta organización multiescala permite combinar resistencia mecánica, rigidez y capacidad de adaptación funcional, características que han despertado un amplio interés en disciplinas como la Ciencia e Ingeniería de Materiales, los biomateriales y las ciencias médicas. La comprensión de su organización estructural resulta fundamental para interpretar adecuadamente su comportamiento y propiedades [1-3].

Entre las regiones anatómicas que conforman el fémur, la cabeza y el cuello femoral representan zonas de particular interés debido a su participación en la transmisión y distribución de cargas mecánicas. Estas estructuras presentan geometrías complejas y superficies irregulares que constituyen un desafío para diversas técnicas de caracterización. En consecuencia, su análisis ofrece una oportunidad para estudiar la relación existente entre la naturaleza física de la muestra y la información experimental obtenida.

El análisis DRX para polvos es una de las técnicas más empleadas para el estudio de materiales cristalinos debido a su capacidad para proporcionar información relacionada con el ordenamiento

estructural de las fases presentes en un sólido. Su aplicación en biomateriales ha permitido identificar componentes minerales, evaluar características estructurales y establecer comparaciones entre distintos sistemas biológicos y sintéticos. Sin embargo, la calidad e interpretación de la información obtenida dependen de múltiples factores asociados tanto al instrumento como a las condiciones experimentales empleadas.

En el desarrollo de trabajos experimentales es frecuente concentrar la atención en los resultados generados por los equipos analíticos, relegando aspectos relacionados con el diseño de la medición y las condiciones para las cuales fue concebida una determinada metodología. Al igual que ocurre en otras áreas de la metrología, el incumplimiento de las condiciones ideales de análisis puede producir modificaciones en la respuesta instrumental que conduzcan a interpretaciones incompletas o erróneas de los resultados experimentales. Por ello, resulta indispensable comprender las capacidades, alcances y limitaciones inherentes a cada técnica de caracterización.

En este contexto, el presente trabajo compara patrones de DRX obtenidos a partir de muestras de cabeza y cuello femoral de rata Wistar analizadas tanto en su forma anatómica como en condición pulverizada. El propósito es identificar las diferencias observadas bajo mismas condiciones experimentales y discutir cómo la geometría física de la muestra y las características del método de análisis influyen en la interpretación de los patrones obtenidos.

TEORÍA

Estructura cristalográfica y química del tejido óseo

El tejido óseo (Figura 1) es un material biológico compuesto cuya organización estructural resulta de la interacción entre una fase mineral y una fase orgánica distribuidas jerárquicamente desde la escala nanométrica hasta la escala macroscópica. Esta organización multiescala permite combinar rigidez, resistencia mecánica y capacidad de absorción de energía, propiedades fundamentales para el desempeño funcional del esqueleto. Desde la perspectiva de la Ciencia de Materiales, el hueso constituye un ejemplo representativo de material biocompuesto natural cuya respuesta depende de la contribución simultánea de sus componentes estructurales.

La matriz orgánica del tejido óseo está constituida principalmente por colágeno tipo I. La unidad básica de esta proteína corresponde a la molécula de tropocolágeno, formada por tres cadenas polipeptídicas enrolladas en una configuración de triple hélice. Estas moléculas presentan dimensiones del orden de cientos de nanómetros de longitud y se ensamblan de manera ordenada para formar fibrillas. El arreglo periódico generado durante este proceso origina una organización supramolecular de largo alcance que constituye el soporte estructural para la posterior incorporación de la fase mineral [2,4].

Las fibrillas de colágeno presentan una periodicidad característica conocida como periodicidad D, cuyo valor promedio es cercano a 67 nm. Esta periodicidad surge como consecuencia del arreglo escalonado de las moléculas de tropocolágeno, generando regiones conocidas como zonas Gap y zonas Overlap. La repetición espacial de estas regiones produce un ordenamiento estructural que puede extenderse a escalas considerablemente mayores que las dimensiones moleculares individuales. Esta característica resulta particularmente importante debido a su influencia sobre la interacción del tejido con diversas técnicas de caracterización estructural.

La fase mineral del tejido óseo se encuentra constituida principalmente por nanocristales de hidroxiapatita biológica depositados sobre la superficie de las fibrillas de colágeno. Durante el proceso de mineralización, los cristales crecen siguiendo orientaciones preferenciales asociadas a la organización de la matriz orgánica, dando lugar a un sistema biocompuesto jerárquico donde ambas fases permanecen estrechamente vinculadas. La interacción entre colágeno e hidroxiapatita es responsable de gran parte de las propiedades mecánicas observadas en el tejido óseo y constituye la base estructural de la respuesta experimental obtenida mediante técnicas difractométricas [3-6].

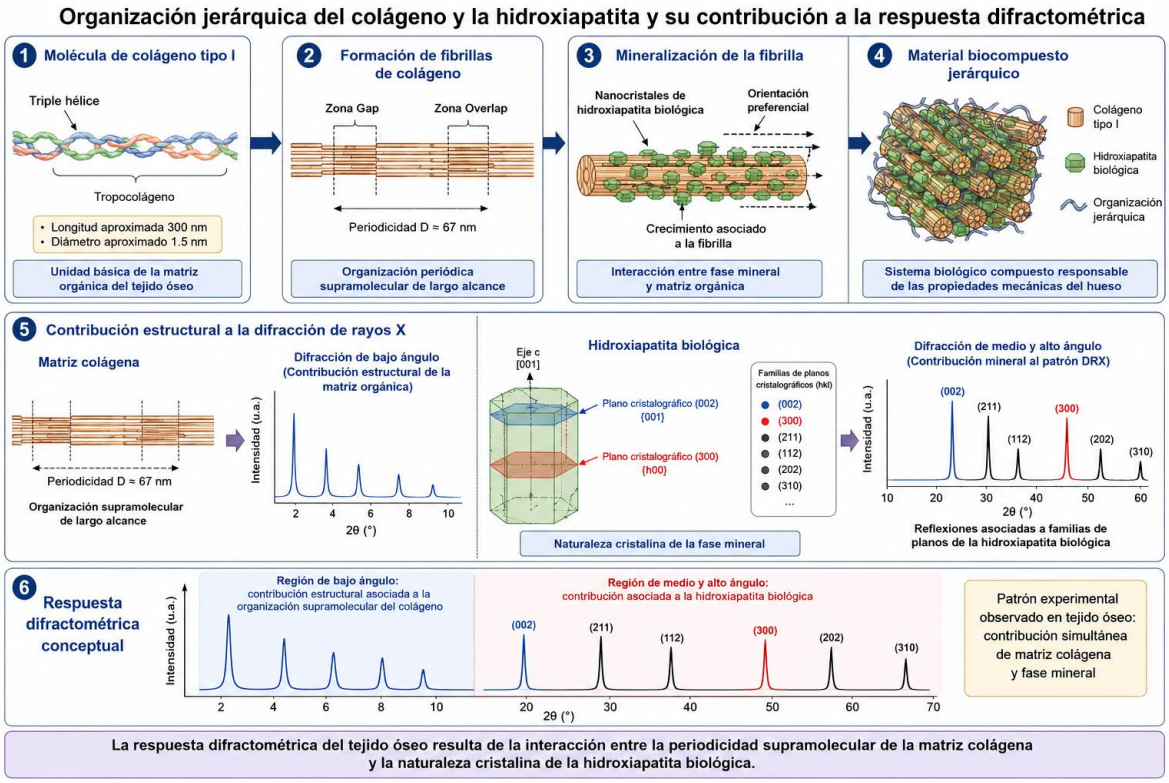


Figura1. Organización jerárquica del colágeno tipo I y la hidroxiapatita biológica en el tejido óseo, mostrando la relación entre la estructura molecular, la formación de fibrillas, la mineralización y su contribución conjunta a la respuesta difractométrica.

La organización periódica presente en las fibrillas de colágeno puede producir fenómenos de difracción asociados a la repetición espacial de sus unidades estructurales. Debido a la periodicidad D característica de aproximadamente 67 nm, la matriz colágena puede generar señales localizadas en regiones de bajo ángulo, las cuales reflejan la existencia de ordenamiento supramolecular de largo alcance. Estas contribuciones no deben interpretarse como el comportamiento de una fase amorfa, sino como la manifestación de una organización estructural periódica presente dentro de la matriz orgánica del tejido óseo.

Por otra parte, la hidroxiapatita biológica (HAB) presenta una naturaleza cristalina que permite describir su estructura mediante familias de planos cristalográficos identificadas mediante índices de Miller. Cuando se satisfacen las condiciones establecidas por la Ley de Bragg, estas familias de planos generan reflexiones en posiciones angulares específicas del patrón de difracción. En consecuencia, las señales observadas en regiones de medio y alto ángulo contienen información relacionada con la estructura cristalina de la fase mineral y constituyen la base para la identificación de hidroxiapatita (HA) mediante DRX.

La respuesta difractométrica del tejido óseo resulta de la contribución simultánea de ambas organizaciones estructurales. Mientras la matriz colágena aporta información asociada a periodicidades supramoleculares de largo alcance, la hidroxiapatita biológica contribuye mediante reflexiones vinculadas a su estructura cristalina. Por esta razón, la interpretación de los patrones obtenidos en materiales biológicos requiere considerar no solamente la presencia de fases minerales cristalinas, sino también la influencia de la matriz orgánica que participa activamente en la respuesta experimental observada.

Desde una perspectiva de caracterización de materiales, el análisis del tejido óseo representa un caso particular donde convergen conceptos de cristalografía, biomateriales y diseño experimental. La adecuada interpretación de los patrones de difracción requiere reconocer la coexistencia de diferentes niveles de organización estructural, así como las limitaciones inherentes a las condiciones de medición empleadas. Estos aspectos constituyen el fundamento conceptual necesario para comprender las diferencias observadas posteriormente entre las muestras anatómicas y las muestras pulverizadas analizadas en este trabajo.

Fundamentos de la cristalografía y difracción de rayos X

La difracción de rayos X constituye una de las técnicas instrumentales más empleadas para el estudio de materiales cristalinos debido a su capacidad para proporcionar información relacionada con el ordenamiento atómico presente en un sólido. La interacción entre la radiación electromagnética y la estructura cristalina permite obtener patrones característicos que contienen información sobre la disposición espacial de los átomos, la presencia de fases cristalinas y diversas características microestructurales del material analizado. Debido a ello, la técnica ha encontrado amplia aplicación en el estudio de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y biológicos.

En la Figura 2 podemos identificar una de las configuraciones experimentales más utilizadas en difractometría de polvos corresponde a la geometría Bragg-Brentano. En esta disposición, la fuente de rayos X y el detector realizan un movimiento angular acoplado alrededor de la muestra, manteniendo una condición geométrica que favorece la detección de las reflexiones difractadas. Esta configuración fue desarrollada para maximizar la intensidad de las señales registradas y constituye actualmente la base de operación de numerosos difractómetros empleados en laboratorios de investigación y caracterización de materiales.

El adecuado funcionamiento de la geometría Bragg-Brentano supone que la muestra analizada presente condiciones geométricas cercanas a las consideradas durante el diseño instrumental. Entre ellas destacan una superficie relativamente plana, una distribución homogénea del material y una posición adecuada respecto al eje de rotación del goniómetro. Cuando estas condiciones no se cumplen, pueden presentarse variaciones en la respuesta instrumental que afectan la calidad e interpretación de los patrones de difracción obtenidos.

El fundamento físico que explica la formación de las reflexiones observadas en un difractograma se encuentra descrito por la Ley de Bragg [9]. Esta relación establece la condición necesaria para que la radiación dispersada por planos cristalográficos paralelos interfiera constructivamente y genere un máximo de intensidad detectable. Como consecuencia, la posición angular de cada reflexión puede relacionarse con los espaciamientos interplanares presentes en la estructura cristalina del material, permitiendo establecer una conexión directa entre el patrón experimental y la organización interna del sólido.

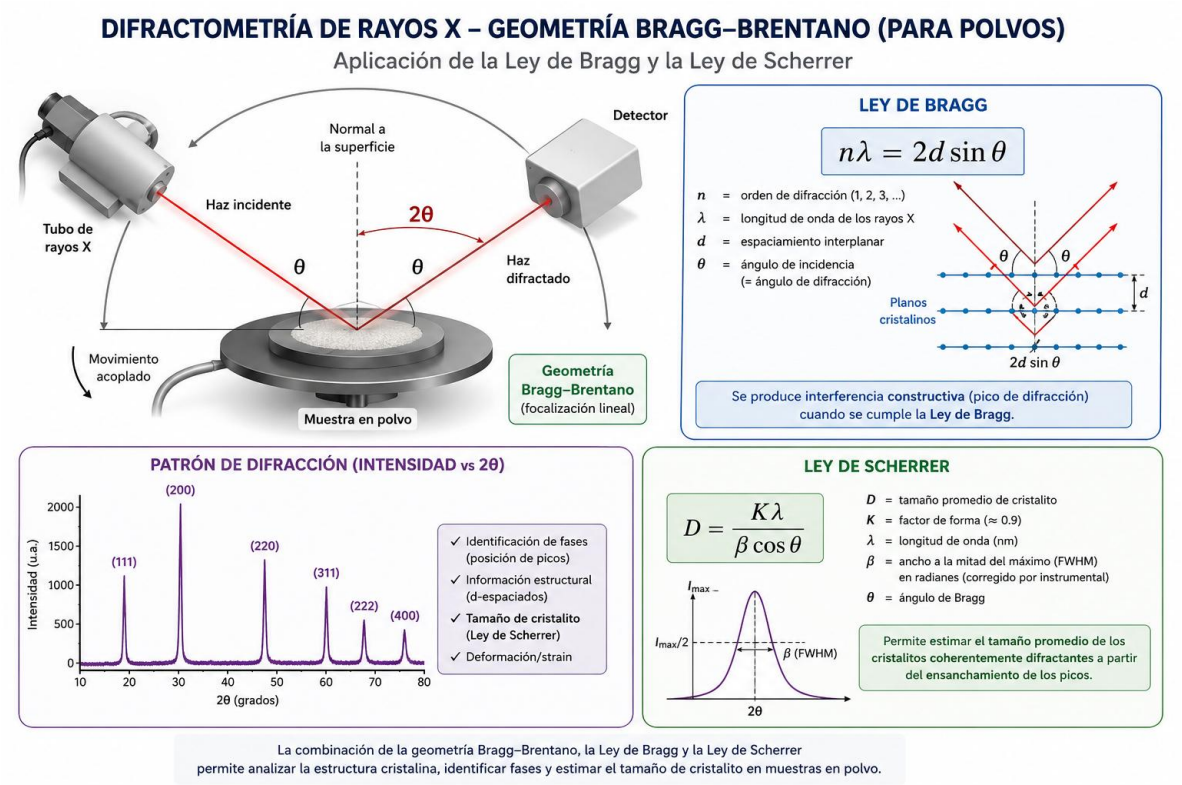


Figura 2. Representación esquemática de la geometría Bragg-Brentano utilizada en difracción de rayos X para polvos, incluyendo la Ley de Bragg, la notación mediante índices de Miller y la ecuación de Scherrer como fundamentos para la interpretación de patrones DRX.

La información contenida en un patrón de difracción puede interpretarse mediante la identificación de las reflexiones asociadas a diferentes familias de planos cristalográficos. Para ello se emplea la notación de índices de Miller, la cual proporciona un lenguaje estandarizado para describir la orientación de los planos dentro de una estructura cristalina. Cada máximo de difracción puede asociarse con una familia específica de planos (hkl), permitiendo relacionar las señales observadas experimentalmente con la estructura cristalina característica de una fase determinada. Esta metodología constituye la base para la identificación y comparación de materiales mediante DRX.

La asignación de índices de Miller a las reflexiones observadas permite además comparar patrones experimentales con bases de datos cristalográficas y patrones de referencia reportados en la literatura científica. En consecuencia, la posición relativa de los máximos de difracción, junto con sus intensidades características, proporciona evidencia para la identificación de fases cristalinas presentes en el material analizado. En sistemas biológicos mineralizados, esta información resulta particularmente útil para reconocer la contribución de la fase mineral asociada a la hidroxiapatita presente en el tejido óseo.

Además de la posición e intensidad de las reflexiones, la forma y anchura de los picos constituyen parámetros relevantes para la interpretación de un difractograma. La ecuación de Scherrer establece una relación entre el ensanchamiento de las reflexiones y el tamaño promedio de los dominios cristalinos coherentemente difractantes [10,11]. Aunque la aplicación cuantitativa de esta ecuación requiere considerar factores instrumentales y microestructurales adicionales, su fundamento permite comprender por qué materiales con tamaños cristalinos nanométricos suelen presentar reflexiones más anchas que aquellas observadas en materiales altamente cristalinos y con dominios de mayor tamaño.

Este aspecto adquiere especial relevancia en materiales biológicos como el tejido óseo, donde la fase mineral está constituida por nanocristales de hidroxiapatita distribuidos dentro de una matriz orgánica compleja. Como consecuencia, los patrones de difracción pueden presentar reflexiones relativamente anchas y señales menos definidas que las observadas en materiales cerámicos sintéticos altamente cristalinos. Por ello, la interpretación adecuada de los difractogramas requiere considerar simultáneamente la posición, intensidad y anchura de las reflexiones, así como las características físicas de la muestra y las condiciones experimentales empleadas durante el análisis.

PARTE EXPERIMENTAL

Obtención de muestras biológicas y consideraciones éticas

La utilización de los especímenes óseos formó parte de una estrategia transversal de investigación orientada al aprovechamiento integral de muestras biológicas para diferentes estudios de caracterización estructural y fisicoquímica. El manejo de los animales, la obtención de los especímenes y los procedimientos experimentales correspondientes fueron realizados bajo protocolos previamente autorizados y supervisados por el Comité de Ética de la Universidad de Guanajuato, con el Dictamen CICUAL UG 002/2024 cumpliendo las disposiciones institucionales aplicables para el trabajo con modelos biológicos.

Preparación de muestras femorales

Los fémures recuperados fueron sometidos a un proceso de limpieza biológica mediante colonias de derméstidos con el propósito de eliminar completamente los tejidos blandos adheridos y conservar únicamente el tejido óseo. Posteriormente se realizó una inspección visual de las muestras y se seleccionaron las regiones anatómicas de interés para el estudio. Con el fin de evaluar la influencia de la condición física de la muestra sobre la respuesta difractométrica, se prepararon dos conjuntos experimentales. El primero estuvo constituido por seis muestras femorales identificadas con la nomenclatura AM-XX, las cuales conservaron su geometría anatómica original durante el proceso de caracterización. El segundo conjunto estuvo integrado por tres muestras femorales pulverizadas identificadas como M-03, M-07 y M-09 (M-0X), obtenidas a partir de fragmentos óseos previamente seleccionados.

Difracción de rayos X (DRX)

Los patrones de difracción correspondientes a las muestras femorales anatómicas fueron obtenidos utilizando un difractómetro Empyrean (Malvern Panalytical) equipado con detector PIXcel1D-Medipix3 y radiación CuKα (λ = 1.5406 Å). Las mediciones se realizaron empleando la geometría Bragg-Brentano en el intervalo angular de 10 a 60° 2θ, operando a 45 kV y 40 mA. La adquisición de datos se efectuó con un tamaño de paso de 0.0263° de 2θ y un tiempo de conteo de 197.115 s por paso. La óptica del haz incidente incluyó una rejilla Soller de 0.04 rad, máscara fija de 4 mm, rejilla fija de divergencia de 0.0625° y rejilla fija antidispersión de 0.25°, mientras que en el haz difractado se empleó una rejilla Soller de 0.04 rad y una rejilla antidispersión de 7.5 mm.

Los patrones de difracción correspondientes a las muestras femorales pulverizadas fueron obtenidos utilizando un difractómetro Panalytical X'Pert PRO equipado con radiación CuKα. Los difractogramas se registraron en el intervalo angular de 5 a 100° 2θ utilizando un tamaño de paso de 0.033° y un tiempo de conteo de 240 s por paso. Durante las mediciones se registraron condiciones ambientales aproximadas de 24.7 °C y 30 % de humedad relativa. Los patrones obtenidos fueron utilizados para comparar la respuesta difractométrica de muestras femorales anatómicas y muestras femorales pulverizadas, evaluando la influencia de la geometría y condición física de la muestra sobre la información estructural obtenida mediante difracción de rayos X.

RESULTADOS

Caracterización morfológica de las muestras femorales

Con el propósito de contextualizar las condiciones geométricas bajo las cuales fueron obtenidos los patrones de DRX, se realizó una caracterización morfológica preliminar de las muestras empleadas en el estudio. Las observaciones se efectuaron mediante microscopía estereoscópica, permitiendo documentar la geometría general de los fémures analizados y las características anatómicas de las regiones seleccionadas para la caracterización estructural. Esta información resulta relevante debido a que la morfología de la muestra puede influir en las condiciones experimentales de adquisición de datos cuando se emplean configuraciones difractométricas diseñadas originalmente para superficies planas.

Las imágenes mostradas en la Figura 3, obtenidas mediante microscopía estereoscópica, permitieron documentar la adecuada conservación del tejido óseo después del proceso de limpieza biológica mediante derméstidos. Asimismo, fue posible identificar claramente la diáfisis, el cuello y la cabeza femoral, regiones anatómicas que conservan una geometría tridimensional característica. Las mediciones realizadas sobre las imágenes proporcionaron una referencia dimensional útil para describir las muestras analizadas y establecer una base para la interpretación de los resultados difractométricos obtenidos posteriormente.

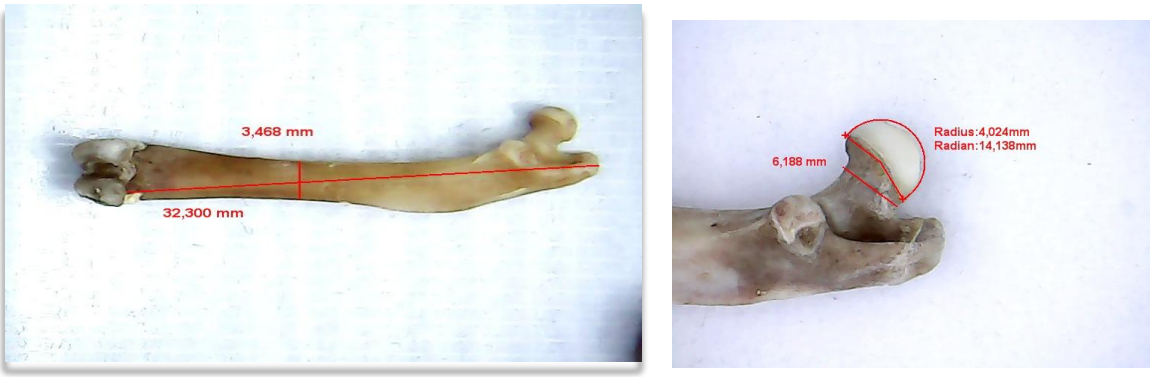


Figura 3. Imágenes obtenidas mediante microscopía estereoscópica de un fémur de rata Wistar después del proceso de limpieza biológica mediante derméstidos. Se muestran la morfología general del espécimen y una ampliación de la región correspondiente a la cabeza y cuello femoral con sus dimensiones características.

La Figura 3 se muestra un fémur representativo empleado en este trabajo y una ampliación correspondiente a la región de cabeza y cuello femoral. Las mediciones realizadas permitieron estimar una longitud aproximada de 32.3 mm para el espécimen analizado y un espesor cercano a 3.5 mm en la región diafisaria. De igual manera, la cabeza femoral presentó una geometría aproximadamente esférica con un radio cercano a 4.0 mm. Estas dimensiones evidencian la presencia de superficies curvas e irregularidades geométricas inherentes al tejido óseo, las cuales contrastan con las condiciones ideales de planicidad consideradas durante el diseño de la geometría Bragg-Brentano utilizada en difracción de rayos X. Desde una perspectiva experimental, la conservación de la anatomía original constituye una condición de análisis distinta a la de las muestras pulverizadas.Mientras que estas últimas presentan una distribución más homogénea del material, las muestras anatómicas conservan la complejidad geométrica original del tejido óseo.

La Figura 4 presenta una comparación general entre los patrones AM-XX corresponden a mediciones realizadas en diferentes especímenes anatómicos de cuello y las muestras femorales pulverizadas (M-03, M-07 y M-09). Los patrones correspondientes a las muestras anatómicas fueron adquiridos directamente sobre regiones localizadas del cuello femoral conservando la geometría original del espécimen, mientras que los patrones de las muestras pulverizadas se obtuvieron a partir de material proveniente de cabeza y cuello femoral previamente sometido a molienda.

En las muestras anatómicas se observa una variabilidad significativa tanto en la intensidad como en la forma general de los patrones registrados. Las reflexiones de mayor intensidad se concentran principalmente en la región de bajo ángulo, presentando diferencias apreciables entre las distintas muestras analizadas. En contraste, las muestras pulverizadas muestran una respuesta difractométrica más homogénea, con patrones de forma similar y una distribución de intensidades comparativamente más reproducible. Asimismo, en las muestras pulverizadas se distinguen con mayor claridad las reflexiones asociadas a la fase mineral presente en el tejido óseo.

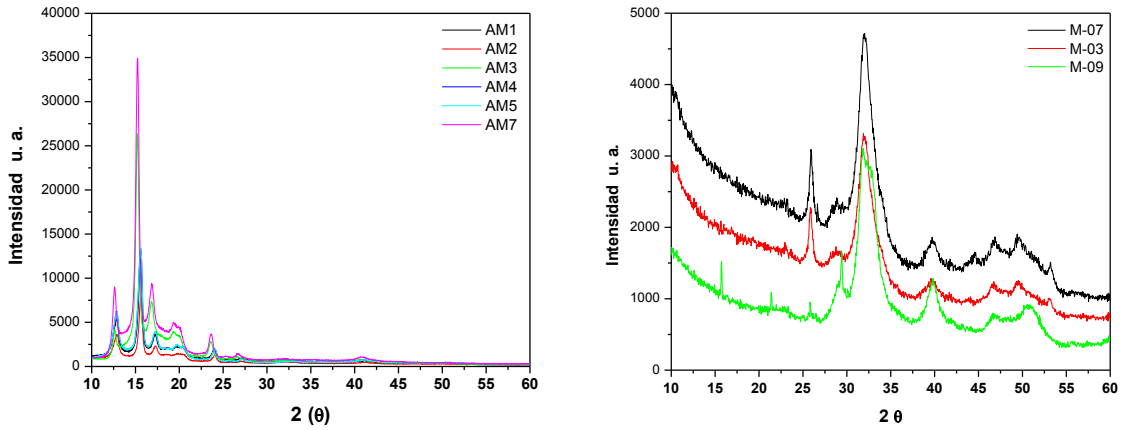


Figura 4. Comparación de los patrones de difracción de rayos X obtenidos entre 10 y 60° 2θ para muestras femorales anatómicas (AM-XX) y muestras femorales pulverizadas (M-03, M-07 y M-09), evidenciando diferencias asociadas a la condición física de la muestra durante el análisis.

Estas diferencias evidencian que la condición física de la muestra ejerce una influencia importante sobre la respuesta experimental obtenida mediante difracción de rayos X. Mientras que las muestras anatómicas conservan la complejidad geométrica y estructural propia del tejido óseo, la pulverización favorece una distribución más homogénea del material analizado, reduciendo la influencia de factores geométricos locales. Como consecuencia, los patrones obtenidos para ambos conjuntos presentan características claramente diferenciadas que serán analizadas con mayor detalle en las secciones siguientes.

La Figura 5 muestra una ampliación de la región comprendida entre 10 y 22° 2θ para los patrones obtenidos en cuello femoral (izquierda) y cabeza femoral (derecha). Este intervalo angular resulta de particular interés debido a que corresponde a la zona donde se manifiesta una contribución significativa de la organización supramolecular asociada a la matriz colágena descrita previamente en la sección teórica.

En ambos conjuntos de muestras se observa la presencia de máximos localizados en posiciones angulares similares, lo que sugiere la existencia de características estructurales comunes dentro del tejido óseo analizado. Sin embargo, se identifican diferencias apreciables en la intensidad relativa y definición de las señales registradas entre cabeza y cuello femoral. Estas variaciones indican que la respuesta difractométrica en la región de bajo ángulo es sensible tanto a la localización anatómica como a las condiciones específicas bajo las cuales se realiza la medición.

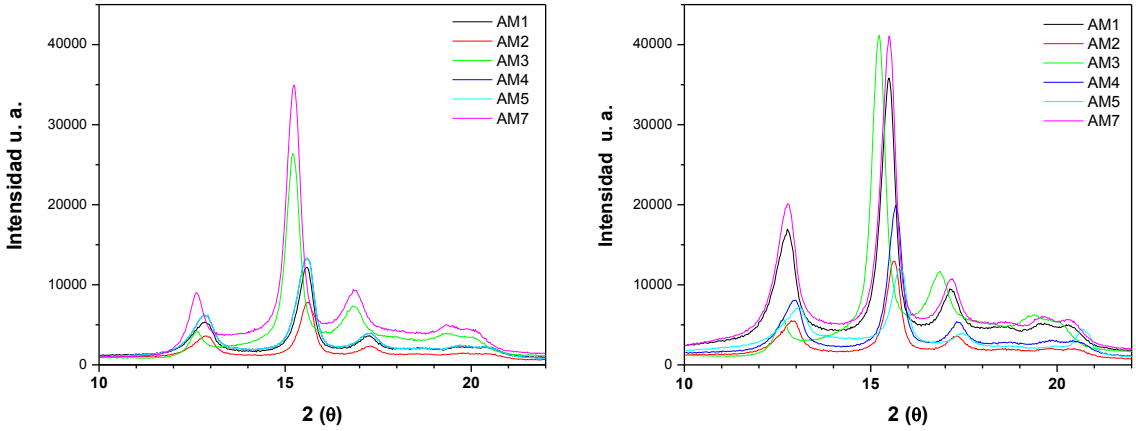


Figura 5. Comparación de la región de bajo ángulo (10–22°) correspondiente a muestras obtenidas en cuello femoral (izquierda) y cabeza femoral (derecha), donde se observan contribuciones asociadas al ordenamiento supramolecular de la matriz colágena.

Las diferencias observadas resultan particularmente relevantes debido a que las mediciones fueron realizadas conservando la geometría anatómica original de las muestras. En estas condiciones, la orientación local de la superficie, la curvatura de la región analizada y la organización estructural del tejido pueden contribuir simultáneamente a la forma final del patrón registrado. Por esta razón, los resultados obtenidos sugieren que la interpretación de la región de bajo ángulo requiere considerar no solamente la naturaleza del material analizado, sino también las características geométricas de la muestra durante la adquisición experimental.

Comparación de la región de medio y alto ángulo asociada a la fase mineral

La Figura 6 muestra una ampliación de la región comprendida entre 22 y 60° 2θ para los patrones obtenidos en cuello femoral (izquierda) y cabeza femoral (derecha). Este intervalo angular concentra las reflexiones más intensas habitualmente asociadas a la fase mineral del tejido óseo, constituida principalmente por hidroxiapatita biológica. Por esta razón, el análisis de esta región permite evaluar la contribución relativa de la fracción mineral a la respuesta difractométrica observada.

En ambos conjuntos de muestras se identifican máximos localizados en posiciones angulares semejantes en la hidroxiapatita la reflexión dominante está alrededor de 31–33° 2θ, así como otras señales secundarias distribuidas entre aproximadamente 25 y 55° 2θ. La presencia recurrente de estas reflexiones en todas las muestras analizadas sugiere la existencia de características estructurales comunes asociadas a la fase mineral presente en el tejido óseo.

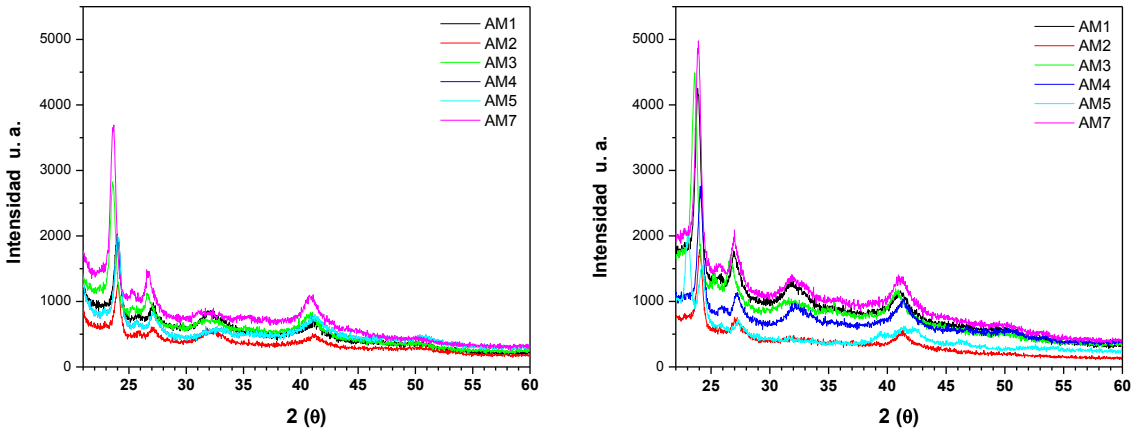


Figura 6. Comparación de la región de medio y alto ángulo (22–60° 2θ) para muestras obtenidas en cuello femoral (izquierda) y cabeza femoral (derecha), mostrando las principales reflexiones asociadas a la fase mineral constituida por hidroxiapatita biológica.

Al comparar los patrones correspondientes a cuello y cabeza femoral se observan diferencias principalmente relacionadas con la intensidad relativa de las señales y con la definición de algunos máximos secundarios. Sin embargo, la distribución general de las reflexiones permanece similar en ambos casos. Este comportamiento indica que la fase mineral constituye un componente estructural dominante en las dos regiones anatómicas estudiadas, aunque la respuesta experimental registrada continúa mostrando cierta dependencia de las condiciones geométricas locales asociados a cada zona del espécimen.

Considerando conjuntamente los resultados obtenidos en las regiones de bajo ángulo y de medio-alto ángulo, se observa que los patrones registrados en muestras anatómicas reflejan la contribución simultánea de la matriz orgánica y de la fase mineral. Esta característica confirma la naturaleza biocompuesta del tejido óseo y evidencia que la información obtenida mediante difracción de rayos X depende tanto de la organización estructural del material como de la forma física bajo la cual se realiza la medición.

Influencia de la geometría anatómica sobre la respuesta difractométrica

La comparación entre los patrones obtenidos para muestras femorales anatómicas y muestras femorales pulverizadas pone de manifiesto la influencia que ejerce la geometría física de la muestra sobre la respuesta registrada mediante difracción de rayos X. Mientras que la geometría Bragg-Brentano fue desarrollada para muestras planas y homogéneas, las regiones anatómicas del fémur presentan superficies curvas, variaciones locales de altura y orientaciones superficiales cambiantes que pueden modificar las condiciones de enfoque requeridas para el cumplimiento ideal de la geometría difractométrica.

La Figura 7 presenta un esquema conceptual de la interacción entre la radiación incidente y tres condiciones de análisis distintas: una muestra pulverizada ideal, una región correspondiente al cuello femoral y una región correspondiente a la cabeza femoral. En la muestra pulverizada, la superficie analizada se aproxima adecuadamente a las condiciones geométricas para las cuales fue diseñada la configuración Bragg-Brentano, permitiendo que las reflexiones difractadas sean registradas en sus posiciones angulares esperadas. En contraste, las muestras anatómicas presentan curvaturas y orientaciones locales que modifican la relación geométrica entre la superficie irradiada, el círculo de enfoque y el detector.

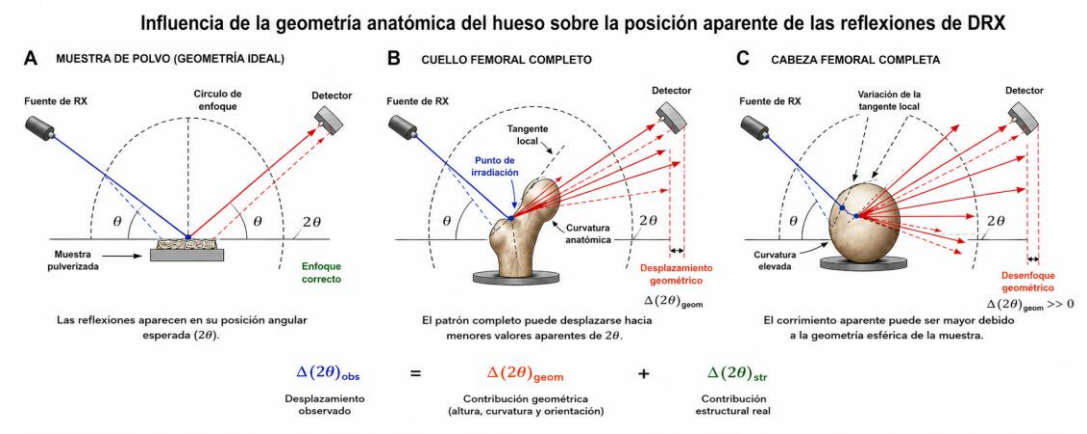


Figura 7. Esquema conceptual de la influencia de la geometría anatómica del hueso sobre la posición aparente de las reflexiones de difracción de rayos X en geometría Bragg-Brentano, comparando una muestra pulverizada ideal con muestras anatómicas correspondientes al cuello y la cabeza femoral.

Desde esta perspectiva, las diferencias observadas entre los patrones anatómicos y pulverizados no necesariamente deben interpretarse como consecuencia exclusiva de cambios en la composición química o en la estructura cristalina del tejido. Parte de las variaciones registradas puede estar asociada a contribuciones geométricas derivadas de la forma física de la muestra durante la medición. Este aspecto resulta particularmente importante en materiales biológicos complejos, donde la conservación de la anatomía original puede introducir efectos adicionales sobre la respuesta experimental obtenida.

Los resultados obtenidos muestran que la pulverización del tejido óseo favorece la obtención de patrones más homogéneos y reproducibles, facilitando la identificación de las contribuciones asociadas a la fase mineral. Por otro lado, el análisis de muestras anatómicas conserva información relacionada con la organización física del espécimen, aunque incorpora simultáneamente efectos geométricos que deben ser considerados durante la interpretación de los difractogramas. En conjunto, los resultados obtenidos evidencian la importancia de considerar tanto la naturaleza estructural del material como las condiciones experimentales de adquisición al analizar tejidos óseos mediante difracción de rayos X.

CONCLUSIONES

La difracción de rayos X permitió evidenciar diferencias significativas entre los patrones obtenidos en muestras femorales conservadas en su geometría anatómica y aquellos registrados en muestras femorales pulverizadas. Los resultados mostraron que la condición física de la muestra influye de manera importante sobre la información experimental obtenida, modificando la intensidad relativa, definición y apariencia general de los patrones difractométricos.

El análisis de las regiones de bajo ángulo permitió identificar contribuciones asociadas a la organización supramolecular de la matriz colágena, mientras que la región de medio y alto ángulo estuvo dominada por las reflexiones correspondientes a la fase mineral del tejido óseo. En conjunto, los patrones obtenidos reflejan la naturaleza biocompuesta del hueso, resultado de la interacción estructural entre la matriz orgánica rica en colágeno tipo I y la fase mineral constituida principalmente por hidroxiapatita biológica.

La comparación entre cabeza y cuello femoral mostró que las características geométricas propias de cada región anatómica pueden influir sobre la respuesta difractométrica observada. Asimismo, el análisis conceptual basado en la geometría Bragg-Brentano permitió establecer que factores como

la curvatura superficial, la orientación local y las desviaciones respecto a las condiciones ideales de planicidad constituyen variables que deben considerarse durante la interpretación de patrones obtenidos directamente sobre estructuras anatómicas.

Los resultados obtenidos demuestran que la preparación de la muestra representa un aspecto crítico en estudios de tejido óseo mediante difracción de rayos X. La pulverización favorece la obtención de patrones más homogéneos y reproducibles, facilitando la identificación de la contribución mineral, mientras que el análisis de muestras anatómicas conserva información asociada a la organización física del espécimen. En consecuencia, la correcta interpretación de los difractogramas requiere considerar simultáneamente la naturaleza estructural del material y las limitaciones geométricas inherentes al método experimental empleado.

Agradecimientos

Se agradecen a la U de Gto, Campus León, por el apoyo al proyecto No. 019/2024 financiado por la CIIC 2024. Se reconoce el apoyo del Departamento de Licenciatura en Biología del TecNM/ITS de Irapuato por el Dermestario en la Estación Biológica, Jesús Miguel Ramírez Iturriaga estudiante del programa SSU 1083-Registro de Vertebrados e Invertebrados del ITESI. Finalmente, se agradece a MatPore-ITA y a la Red de Materiales Estratégicos del TecNM por el apoyo brindado para la caracterización por DRX.

BIBLIOGRAFÍA

1. J. D. Currey, Bones: Structure and Mechanics, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2002, pp. 1-436.
2. S. Weiner and H. D. Wagner, “The material bone: Structure-mechanical function relations”, Annual Review of Materials Science, Vol. 28, 1998, pp. 271-298.
3. M. J. Olszta, X. Cheng, S. S. Jee, R. Kumar, Y. Y. Kim, M. J. Kaufman, E. P. Douglas and L. B. Gower, “Bone structure and formation: A new perspective”, Materials Science and Engineering R, Vol. 58, 2007, pp. 77-116.
4. J. Rho, L. Kuhn-Spearing and P. Zioupos, “Mechanical properties and the hierarchical structure of bone”, Medical Engineering and Physics, Vol. 20, 1998, pp. 92-102.
5. S. V. Dorozhkin, “Calcium orthophosphates in nature, biology and medicine”, Materials, Vol. 2, 2009, pp. 399-498.
6. R. Z. LeGeros, “Properties of osteoconductive biomaterials: Calcium phosphates”, Clinical Orthopaedics and Related Research, Vol. 395, 2002, pp. 81-98.
7. B. D. Cullity and S. R. Stock, Elements of X-Ray Diffraction, 3rd Ed., Prentice Hall, 2001, pp. 1-664.
8. H. P. Klug and L. E. Alexander, X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials, 2nd Ed., Wiley-Interscience, 1974, pp. 1-966.
9. W. H. Bragg and W. L. Bragg, “The Reflection of X-rays by Crystals”, Proceedings of the Royal Society A, Vol. 88, 1913, pp. 428-438.
10. A. L. Patterson, “The Scherrer Formula for X-Ray Particle Size Determination”, Physical Review, Vol. 56, 1939, pp. 978-982.
11. P. Scherrer, “Bestimmung der Größe und der inneren Struktur von Kolloidteilchen mittels Röntgenstrahlen”, Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Vol. 2, 1918, pp. 98-100.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN ORAL A ENROFLOXACINA SOBRE LA DENSIDAD DE CÉLULAS DE PURKINJE EN CEREBELO DE RATONES DE LA CEPA *BALB/C*

Ricardo Josue Reyes Cuellar[1], María Luisa Ramos Ibarra[2], Fernanda Marlen Enríquez Sánchez[1], Liliana Valdez Jiménez[1], María de la Luz Miranda Beltrán[1], Ivón Yanine Chávez Mora[2], Dra. Nina Bogdanchikova[3], María Isabel Pérez Vega[1]

[1]Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara, [2] Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, [3]Centro de Nanociencias y Nanotecnología UNAM
ricardo.rcuellar@alumnos.udg.mx.

RESUMEN

La resistencia bacteriana a una amplia gama de antibióticos no implica una problemática única y directa, sino que conlleva una serie de consecuencias concatenadas que son de preocupación médica humana y veterinaria principalmente. En este escenario en el que medicamentos del grupo de las fluoroquinolonas hayan perdido efectividad para combatir algunos patógenos sumado a un uso incorrecto por parte de los usuarios como el no respetar los tiempos de tratamientos y sobre todo el aumento de las dosis implica un riesgo de carácter toxicológico, siendo el principal interés para este estudio los efectos sobre el Sistema Nervioso Central (SNC), pues se ha documentado que las fluoroquinolonas como la ciprofloxacina son capaces de inhibir receptores a GABA[1] (principal neurotransmisor inhibitorio del SNC), siendo un factor de riesgo en el surgimiento de crisis convulsivas, sin embargo poco se sabe respecto a los efectos que puede ocasionar la enrofloxacina a diferentes dosis sobre el vermis cerebeloso, estructura central involucrada en funciones de tipo motor fino principalmente, en donde al verse afectados los receptores GABA podría ocasionar alteraciones clínicas de tipo motor, esto es relevante ya que aunque la enrofloxacina es de uso exclusivo veterinario su principal metabolito es la ciprofloxacina la cual es de uso humano. Así mismo, cabe mencionar que puede haber riesgo de acumulación en animales de consumo humano si no sigue adecuadamente el tratamiento y tiempo de espera tras la última administración, siendo otra vía de exposición para el humano[2].

Para este estudio se administró 500 µL de agua inyectable vía oral (VO) en ratones de la cepa *Balb/C* como grupo control, mientras que al grupo experimental se le administró 7mg/kg (VO) de enrofloxacina durante 2 meses con subperiodos de 7 días; en el primer subperiodo se les administró el antibiótico cada 24h y posteriormente hubo un subperiodo de supervisión de 7 días; se siguió esta secuencia hasta completar el tiempo indicado finalizando con el sacrificio humanitario de los sujetos y la obtención del vermis cerebeloso, el cual se procesó histológicamente con violeta de cresilo. Se analizó una “n” de 36 muestras por grupo con ayuda del software ImageJ con el cual se delimitó un área de 45,000 µm^2 donde se realizó el conteo de la densidad de células de Purkinje en el vermis cerebeloso. Los resultados se analizaron estadísticamente con la prueba *t de Student* y *U de Mann-Whitney*. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la totalidad de células de Purkinje ($p \geq 0.05$). Este hallazgo muestra que la exposición a 7 mg/kg de enrofloxacina en el periodo de tiempo establecido no disminuye densidad de células de Purkinje en el vermis cerebeloso; aunque esto no exime la existencia alteraciones funcionales presentes, dado que, al afectarse la funcionalidad de los receptores a GABA la excitabilidad celular puede verse afectada generando alteraciones funcionales sin ocasionar daños morfológicos visibles, por lo que se recomienda ahondar en este tipo de investigaciones con el fin de descartar un potencial efecto excitotoxico[3].

INTRODUCCIÓN

Las fluoroquinolonas son una familia de antibióticos de amplio espectro; la cual, tiene su nicho tanto en la medicina veterinaria como humana y se caracterizan por la presencia de un átomo de flúor en la sexta posición, o incluso por ser compuestos di- o trifluorados[4]. En este grupo encontramos la

enrofloxacina, de uso veterinario y cuyo principal metabolito es la ciprofloxacina, antibiótico de uso humano[5]. Al igual que muchos otros medicamentos, la efectividad bactericida de estos fármacos ha disminuido en cepas gram negativas como *Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa y Escherichia coli*, y en gram positivas como *Staphylococcus aureus y Streptococcus pneumoniae*[6, 7, 8]. El aumento de la resistencia bacteriana es consecuencia del uso negligente de antibióticos a través de prácticas como la administración de dosis no recomendadas, la automedicación, la suspensión y/o prolongación del periodo de tratamiento, incluso en contra de las recomendaciones de expertos. Este fenómeno es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una de las 10 principales amenazas de la salud pública[9]; sin embargo, el interés científico es mucho más amplio, pues el mal uso de estos fármacos supone un potencial riesgo para la salubridad a través de diferentes mecanismos moleculares, la acumulación en diferentes órganos y el consumo de productos de origen animal expuestos a estos medicamentos.

Estudios en neurotoxicología han evidenciado la capacidad de la enrofloxacina para atravesar la Barrera Hematoencefálica (BHE)[10], lo que altera su composición y favorece la entrada de este y otros compuestos al tejido nervioso, e induce alteraciones neuroquímicas y cambios en la funcionalidad de neurotransmisores mediante la inhibición de los receptores GABAérgicos, lo que genera mayor propensión a desarrollar crisis convulsivas por una sobrexcitación del SNC[11]. Asimismo, se ha reportado que la enrofloxacina es capaz de acumularse en el tejido nervioso en altas dosis, y ocasionar lesiones patológicas y escasez en la formación de redes neuronales[12]. Esta evidencia podría implicar que diversas funciones cognitivas, sociales y motoras, indispensables para la funcionalidad y capacidad de adaptación de las personas, podrían verse comprometidas dependiendo de aquellas estructuras con las que el fármaco logre interactuar. Por lo anterior, resulta de especial interés evaluar los posibles efectos neurotóxicos que puedan ocasionarse a nivel de SNC y a nivel cerebelar, debido a su importante papel en la coordinación de movimientos voluntarios, el aprendizaje motor y el mantenimiento del equilibrio y la postura; dado que, cualquier alteración en esta zona puede traducirse en ataxias motoras.

Actualmente, los estudios experimentales *in vivo* específicos centrados exclusivamente en cerebelo, hipocampo y corteza cerebral son todavía limitados, y la literatura indica que estas regiones podrían ser especialmente vulnerables debido a su alta actividad metabólica y sensibilidad al estrés oxidativo. El valor de este estudio se sustenta en la escasez de información acerca de los efectos de la administración prolongada de enrofloxacina en dosis terapéuticas sobre la densidad de células de Purkinje del vermis del cerebelo (células implicadas en la conducta motora) de ratones de la cepa *Balb/c*.

PARTE TEÓRICA

Enrofloxacina

La enrofloxacina es un antibiótico perteneciente al grupo de las fluoroquinolonas de tercera generación, desarrollado en los años 80, caracterizado por tener un amplio espectro de acción tanto en bacterias gramnegativas como grampositivas, además, es usada exclusivamente en el ámbito veterinario para tratar infecciones respiratorias, gastrointestinales y urinarias[13]. Este antibiótico ejerce su efecto bactericida a través de la unión con dos enzimas: el ADN-girasa y la topoisomerasa IV. Con respecto a esta última, se ha documentado la formación de un complejo ternario enrofloxacina-ADN-topoisomerasa que impide el proceso de replicación y, por ende, induce la muerte celular bacteriana [2, 14].

Tras la administración de la enrofloxacina, ya sea por vía oral, subcutánea o intramuscular, esta presenta una alta biodisponibilidad y amplia distribución en el organismo; su principal vía de excreción es la renal, seguida de la biliar[15]. Sin embargo, estos datos pueden variar entre especies. Una vez que llega al hígado, la enrofloxacina inicia un proceso de desetilación oxidativa que da como resultado la ciprofloxacina, el principal metabolito activo, el cual contribuye al efecto terapéutico global y que, además, es desarrollado como fármaco para uso humano[16,17]. Por otro lado, estudios han demostrado la acumulación de estos antibióticos en músculo, hígado, riñón y cerebro de

animales de granja destinados al consumo humano, como consecuencia de incumplir los periodos recomendados de tratamiento[2, 18]. Esto evidencia una problemática en la salubridad de los animales y, en el caso de las personas, implica la exposición y la susceptibilidad a los efectos adversos a través de dos vías, indirectamente por la alimentación de productos de origen animal con acumulación de antibióticos o por vía directa al consumir ciprofloxacina o algún otro medicamento de este grupo por alguna infección.

Efectos en el SNC

Entre los principales efectos nocivos en estudio se encuentra su potencial neurotóxico, pues la literatura ha documentado su capacidad para atravesar la Barrera Hematoencefálica (BHE), así como para alterar su permeabilidad al disminuir la expresión de proteínas ZO-1, Ocludina y Claudina-5, facilitando su interacción con el tejido nervioso. Aunque la cantidad de antibiótico que logra acumularse en este órgano no es tan grande como en otros, sí se han reportado alteraciones cerebrales bajo ciertas condiciones[19].

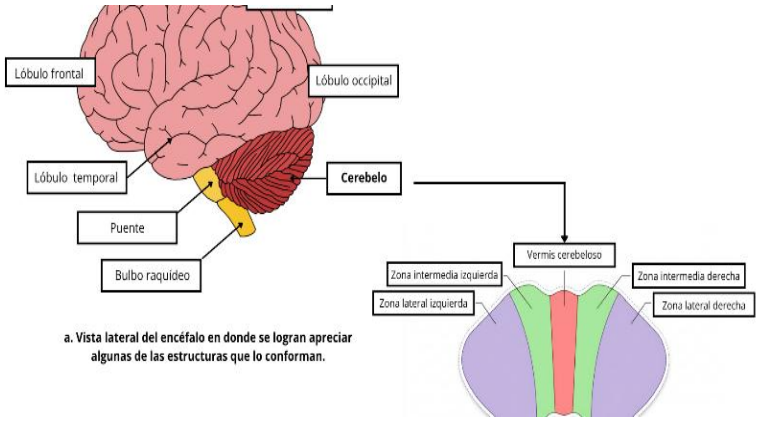
Entre las principales afectaciones se encontró una mayor incidencia de episodios convulsivos tras la administración de fluoroquinolonas como pefloxacino, ofloxacino, ciprofloxacina, rufloxacina, cinoxacina, norfloxacina el mecanismo propuesto de este fenómeno es que un hidrógeno en la posición C-6, en conjunto con la presencia de una cadena lateral heterocíclica en la posición C-7 de la estructura molecular de esta familia de antibióticos parece estar relacionada con una mayor probabilidad de incidencias convulsivas al inhibir los receptores GABA y aumentar la actividad excitatoria del SNC[20, 21]. Por otro lado, también se ha identificado un aumento de biomarcadores característicos de daño cerebral como la S100B, NSE, GFAP y se ha documentado una mayor activación de células gliales, así como una pérdida de redes neuronales e indicios de necrosis celular del tejido nervioso en corteza[12, 19].

Cerebelo

El cerebelo es una estructura que se encuentra anatómicamente ubicada en la fosa craneal posterior, por debajo del lóbulo occipital y posterior al puente de Varolio, al bulbo raquídeo y al cuarto ventrículo, y cumple diversas funciones de tipo motor[22]. Esta estructura se compone de una zona central llamada vermis, encargada de controlar la musculatura axial y proximal, regulando postura, tono muscular y equilibrio. También se menciona que participa en procesos de seguimiento visual y en el control de los movimientos oculares rápidos. En esta estructura, junto con la zona intermedia, se puede encontrar lo que se conoce como somatotopía cerebelosa, la cual se refiere al mapa de las zonas del cuerpo humano desde las cuales proyecta o recibe información de la medula espinal, corteza cerebral, etc. En los extremos del vermis cerebeloso se encuentran dos hemisferios divididos en una zona intermedia y una zona lateral, los cuales cumplen diferentes funciones como el control de la musculatura distal implicada en la corrección de movimientos finos y el aprendizaje motor[23, 24].

Figura 1.

Ubicación y estructura anatómica del cerebelo.



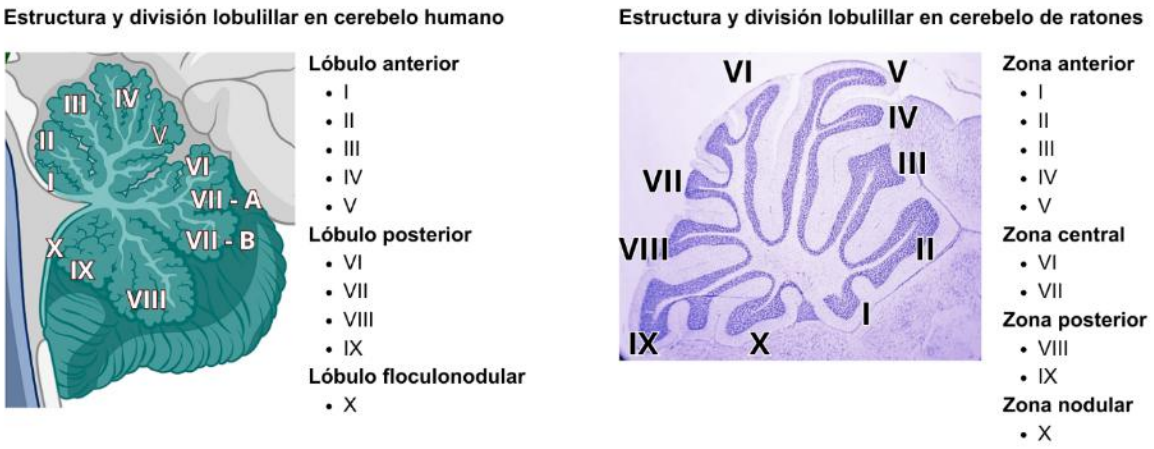
a. Vista lateral del encéfalo en donde se logran apreciar algunas de las estructuras que lo conforman.

Lóbulos cerebelares

En un plano sagital del cerebelo se puede identificar la división de tres lóbulos principales que a su vez están subdivididos en lobulillos cerebelares. El lóbulo anterior es la sección más rostral del cerebelo y está compuesto por los lobulillos I a V; este recibe principalmente aferencias de la médula espinal y su función primordial es el control de la postura, el tono muscular y la marcha[25, 26]. El lóbulo posterior es el más grande de los tres y está conformado por los lobulillos del VI al IX. Este tiene una mayor cantidad de conexiones con la corteza cerebral a través del puente y es responsable de la coordinación de movimientos finos y aprendidos, de la planificación motora, de la sincronización de movimientos secuenciales y de la corrección de errores durante la ejecución[25, 26]. Por último, se encuentra el lóbulo floculonodular, el cual está compuesto únicamente por el lobulillo X y recibe aferencias directas del nervio vestibular y de los núcleos vestibulares. Su función está relacionada con el control del equilibrio y los movimientos oculares[25, 27].

Figura 2.

Comparación entre la conformación lobular del humano y del ratón



En la Figura 2. se representa cómo están distribuidos los lóbulos y lobulillos del ser humano y de los ratones, en donde cabe resaltar que existe analogía entre ambos, pues el lóbulo anterior en el humano equivale a la zona anterior de los ratones; el lóbulo posterior es extrapolable a la zona central y posterior; y el lóbulo floculonodular equivaldría a la zona nodular[28].

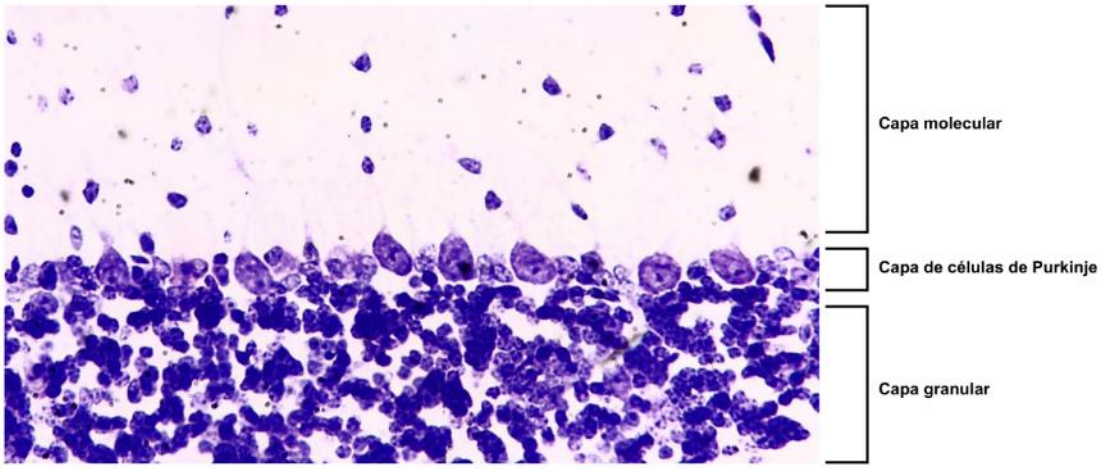
Corteza cerebelar

En cuanto a la anatomía microscópica del cerebelo, se puede dividir en estructuras subcorticales y corticales, las primeras hacen referencia al grupo de axones que transmiten la información que entra y sale del cerebelo, así como los distintos núcleos que se conectan con la región cortical o corteza cerebelosa, la cual se divide en tres capas principales en cada una de las cuales se pueden encontrar diferentes tipos de células nerviosas.

- Capa I: Es la capa más superficial y se caracteriza por su baja densidad neuronal, puesto que está compuesta predominantemente por fibras nerviosas. Las células presentes son principalmente interneuronas inhibitorias de pequeño tamaño[29, 30].
- Capa II: Es la capa intermedia y está compuesta por una sola fila de células de Purkinje, las cuales se caracterizan por un soma de gran tamaño y un extenso árbol dendrítico que se proyecta hacia la capa molecular, mientras que sus axones llegan hasta la sustancia blanca y hacen sinapsis en los núcleos profundos del cerebelo[29, 30].
- Capa III: Es la capa más profunda y está compuesta por una alta densidad de pequeñas neuronas granulares, las cuales emiten un axón que asciende hacia la capa molecular[29, 30].

Figura 3.

Fotomicrografía de la corteza cerebelosa en donde se diferencian cada una de sus capas.



Células de Purkinje

Como ya se mencionó, las células de Purkinje conforman la segunda capa de la corteza cerebelosa; sin embargo, también se debe resaltar su importancia, puesto que sus axones son las únicas eferencias de la corteza cerebelosa. Estas células son de tipo GABAérgico, lo que quiere decir que ejercen un efecto inhibitorio en los núcleos profundos del cerebelo y, en el caso del vermis, en los núcleos vestibulares laterales. Estas conexiones les otorgan un rol fundamental en la modulación e integración de la información procesada en el cerebelo, lo que es indispensable para el correcto funcionamiento de la actividad motora[31, 32].

PARTE EXPERIMENTAL

El presente estudio es cuantitativo, de tipo experimental, en un modelo *in vivo* murino conformado por dos grupos de ratones macho de la cepa *Balb/c*, de 3.5 a 5 meses de edad, con un peso promedio de 30 g, seleccionados aleatoriamente. Los grupos se trataron vía oral (VO) a través de una cánula de la siguiente manera:

- Grupo 1: Testigo (T): administración de 500 µL de agua inyectable.
- Grupo 2: Experimental (E): administración de 7 mg/kg de peso corporal de enrofloxacina.

Los tratamientos se administraron durante un periodo total de dos meses, divididos en subperiodos de 7 días. En el primer subperiodo, los sujetos recibieron la administración una vez al día, cada 24 horas, mediante sonda orogástrica. El subperiodo posterior fue de descanso y supervisión, y se siguió este patrón hasta completar el periodo total de tratamiento.

Histología

Concluida la etapa de tratamiento se procedió con el sacrificio de los sujetos de acuerdo con lo establecido por la NOM-062-ZOO-1999[33]. Se obtuvo el encéfalo para–fijarlo químicamente por inmersión en formaldehído al 10%. Después de 24 horas se separó el cerebelo del resto de las estructuras y se procedió a realizar disecciones sagitales para separar el vermis cerebeloso de los hemisferios cerebelares.

Una vez obtenido el vermis cerebeloso, se realizó el procesamiento histológico de los tejidos para su tinción con violeta de cresilo. Se analizaron 36 cortes no consecutivos de 10 µm de grosor con el microscopio *Leica DM 1000*, con el objetivo 20X y la cámara acoplada Hayear-800M. Para el análisis

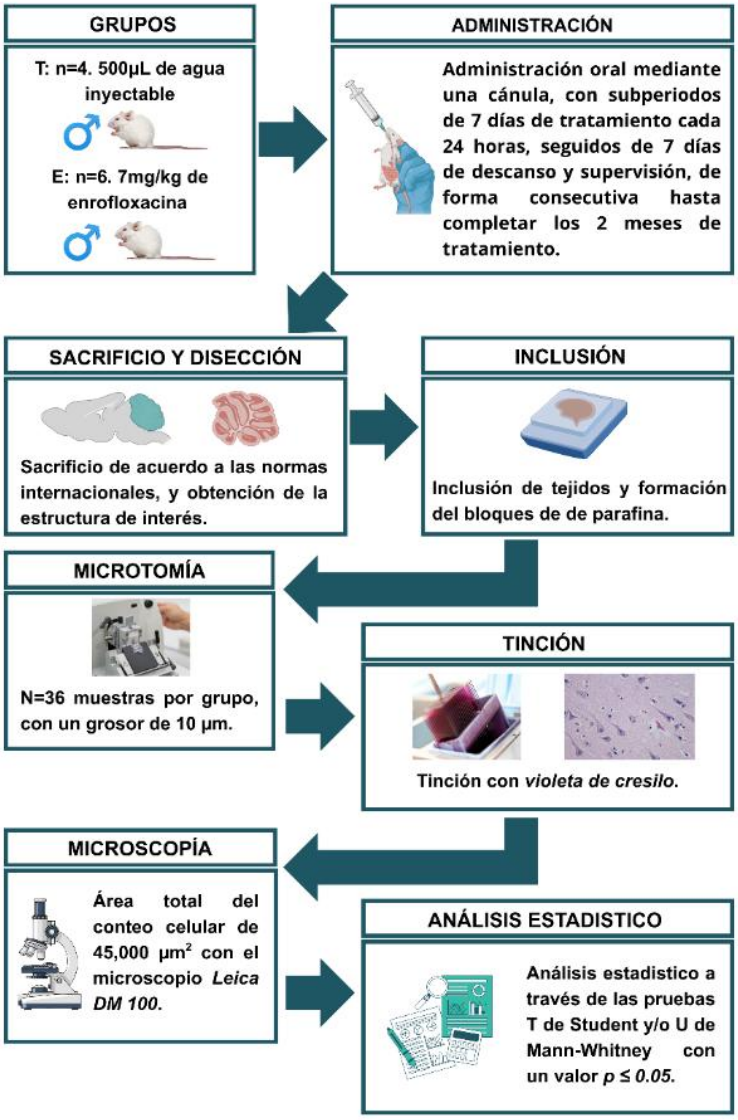
se tomó como referencia el atlas estereotáxico de Allen Brain[34], determinando las áreas de interés en las Zonas Nodular (ZN), Central (ZC) y Anterior (ZA), a las que se les tomaron fotomicrografías para, posteriormente, con ayuda del software ImageJ, realizar el análisis correspondiente en dos áreas de interés de 22 500 µm², dando un total de 45 000 µm².

Análisis estadístico

El análisis se realizó con el programa estadístico JASP. En primer lugar, se corroboraron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de las ZN y ZC y del total de células de Purkinje contabilizadas y se aplicó la prueba *t de Student*. En el caso de la ZA al no cumplir con los supuestos se aplicó la prueba no paramétrica *U de Mann-Whitney*, en todos los casos se consideró un valor $p \leq 0.05$.

Figura 4.

Diagrama en donde se resume el procedimiento experimental realizado.



RESULTADOS

Datos descriptivos

Los estadísticos descriptivos se reportan como la media ($\bar{x}$) ± el Error Típico o estándar de la Media (ETM), número de neuronas (Nn)/45 000 µm², con un intervalo de confianza (IC) del 95 %, en donde los grupos T y E muestran valores del total de células de Purkinje en el vermis cerebeloso, respectivamente, de 34.22 ± 0.599 Nn/45,000 µm² y 33.67 ± 0.536 Nn/45 000 µm². En este mismo orden, en la ZN se aprecian valores de 10.61 ± 0.334 Nn/45 000 µm² y 10.28 ± 0.404 Nn/45 000 µm², mientras que en la ZC se obtuvieron 11.39 ± 0.317 Nn/45 000 µm² y 12.14 ± 0.336 Nn/45 000 µm². Por último, en la ZA se observan 12.22 ± 0.326 Nn/45 000 µm² y 11.25 ± 0.296 Nn/45 000 µm².

Tabla 1.

Estadísticos descriptivos de cada una de las zonas evaluadas en el cerebelo

Estadísticos Descriptivos						
					Media de Intervalos con 95% de Confianza	
Estructura	**Grupo**	**Válido**	**Media**	**Error Típico de la Media (ETM)**	**Inferior**	**Superior**
Zona Nodular	T	36	10.61	0.33	9.933	11.29
Zona Nodular	E	36	10.28	0.404	9.458	11.1
Zona Central	T	36	11.39	0.317	10.745	12.03
Zona Central	E	36	12.14	0.336	11.457	12.82
Zona Anterior	T	36	12.22	0.326	11.56	12.88
Zona Anterior	E	36	11.25	0.296	10.648	11.85
Total, de células de Purkinje	T	36	34.22	0.599	33.006	35.44
Total, de células de Purkinje	E	36	33.67	0.536	32.579	34.75

Los datos representan la $\bar{x}$ ± ETM, Nn/45,000µm^2 con un IC del 95%.

Los resultados de la prueba *t de Student* y *U de Mann-Whitney* se presentan en la tabla 2, en donde se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la ZN, ZC y en el total de células de Purkinje contabilizadas en el vermis cerebeloso mientras que en la ZA del grupo E se registró un número significativamente menor de células de Purkinje con respecto al grupo T.

Tabla 2.

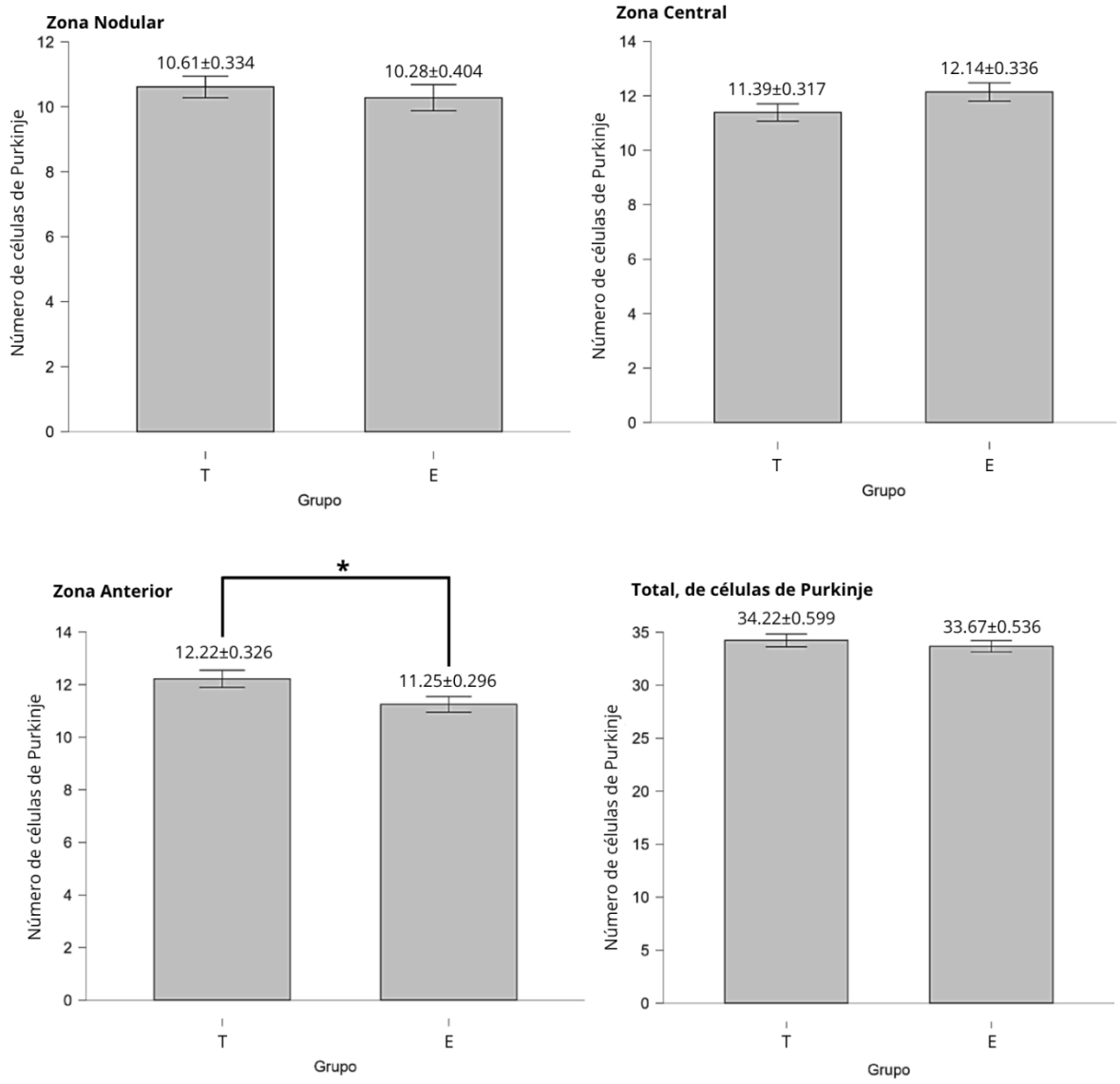
Resultados de las pruebas de comparación t de Student y U de Mann-Whitney

Contraste t para muestras independientes						
Región del conteo	**Contraste**	**Estadístico**	**gl**	**p**	**Parámetro de Posición**	**Diferencia del Error Típico**
Zona Nodular	*T de Student*	0.636	70	0.527	0.333	0.524
Zona Central	*T de Student*	-1.624	70	0.109	-0.75	0.462
Zona Anterior	*U de Mann-Whitney*	824		0.045	1	
Total, de células de Purkinje	*T de Student*	0.691	70	0.492	0.556	0.804

p ≤ 0.05.

Figura 5.

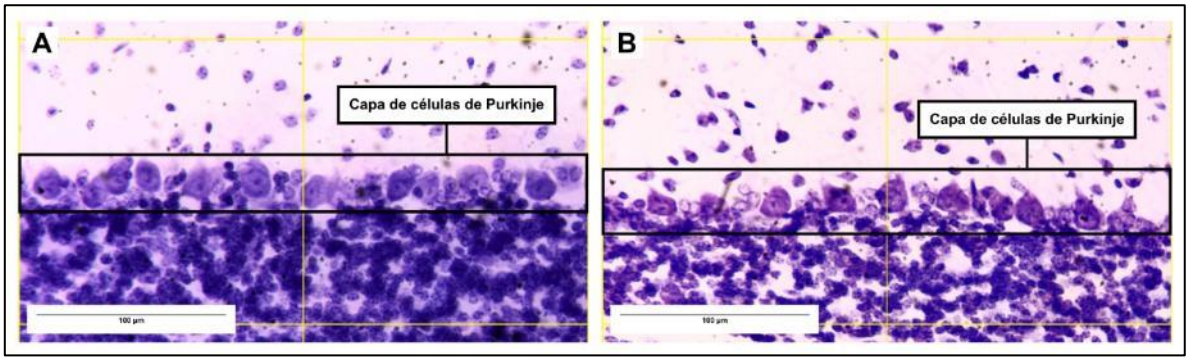
Comparación intergrupal del número de células de Purkinje en la Zona Nodular, Zona Central, Zona Anterior y el total de células de Purkinje del vermis cerebeloso.



Los datos representan el Promedio ± ETM de $p \leq 0.05$.

Figura 6.

Fotomicrografías de cortes sagitales del vermis cerebeloso de ratones de la cepa Balb/c



Donde se puede apreciar la capa de células de Purkinje en un área total de 45 000 μm². Imagen A) Grupo T, B) Grupo E. Nótese el menor número de células en el grupo E en comparación con el grupo T. Microscopio: Leica DM 1000, objetivo 20X.

CONCLUSIONES

Discusión

Los resultados de este trabajo concuerdan parcialmente con lo descrito en investigaciones publicadas previamente en donde se evaluaron los efectos de antibióticos de la familia de las fluoroquinolonas, sobre la población–celular en diferentes zonas del SNC, como los que se mencionan a continuación. Aygörmez et al., en 2026 tras administrar por vía oral 100 mg/kg de peso corporal de ciprofloxacina a ratas hembra de la cepa *Sprague Dawley* observaron neuronas con núcleos pequeños y picnóticos, así como degeneración neuronal en la corteza frontal[35].

De igual manera, Zumrut et al., en 2017 llevaron a cabo un estudio en donde evaluaron los efectos de la ciprofloxacina durante el desarrollo fetal, en el que administraron 20 mg/kg de peso corporal del día 7 al 17 dos veces al día por vía intraperitoneal a ratas hembra preñadas, el día 20 se extrajeron las crías y se realizó el estudio histopatológico de la corteza cerebral donde encontraron alteraciones en los núcleos de las células y pérdida neuronal[36].

Por otro lado, en un estudio similar realizado por Hussein en 2021 se evaluaron los efectos del levofloxacino en neonatos de ratas *Sprague Dawley* tratadas por vía oral con una cánula orogástrica (gavage) a dosis de 500 mg/kg y 750 mg/kg de peso corporal desde el primer día hasta los 16 y 20 días de gestación. Los resultados del análisis histológico mostraron indicios de necrosis en neuronas y células gliales, así como una mayor concentración de estas últimas[37].

Por su parte, en 2021, Rawi et al. trataron a ratas albinas (*Rattus norvegicus*) con 80 mg/kg de peso corporal de ciprofloxacina y 32 mg/kg de peso corporal de gatifloxacina durante un periodo de tratamiento de 3, 7 y 14 días por intubación gástrica todos los días. El análisis histológico mostró la presencia de tumefacción celular, edema perivascular en vasos y capilares en la corteza cerebral e hipocampo, así como la presencia de gliosis difusa y degeneración neuronal en las mismas estructuras[38].

En otro estudio realizado por Wan et al., en 2022, donde utilizaron *carpas crucianas* sanas tratadas con 1949.84 mg/kg de enrofloxacina durante 960 horas, encontraron alteraciones patológicas en las redes neuronales y una mayor cantidad de células gliales teñidas con HE[12].

Cabe aclarar que los estudios mencionados hasta el momento se centran en zonas como la corteza frontal o hipocampo; sin embargo, en la bibliografía consultada hasta el momento no se han encontrado estudios experimentales en modelos animales donde se evalúen los efectos neurotóxicos de las fluoroquinolonas en el cerebelo o alguna estructura cerebral en particular involucrada en el movimiento. Pese a ello, se han reportado casos clínicos en adultos de diferentes

edades en donde se menciona que luego de ser tratados con levofloxacina, pefloxacina y gatifloxacina por alguna infección empezaron a manifestar una sintomatología propia de una ataxia cerebelosa[39, 40, 41], evidenciando así la falta de conocimiento en este campo de estudio y de ahí la importancia de la presente investigación pues los resultados sugieren que la exposición a enrofloxacina a dosis bajas en ratones adultos por periodos prolongados induce una disminución en la población de células de Purkinje de la ZA posiblemente ocasionada por un mecanismo neurotóxico propio de este medicamento al inhibir receptores GABAérgicos lo que resulta en una hiperexcitabilidad de la zona y acelera el proceso de muerte celular, sin embargo son necesarios estudios complementarios a través de diferentes técnicas como el análisis de la morfología y citoarquitectura del cerebelo, estudios electrofisiológicos y la aplicación de pruebas conductuales que permitan indagar las implicaciones motoras del mal manejo de estos medicamentos.

CONCLUSIÓN

Los hallazgos encontrados bajo el modelo experimental empleado indican que la exposición prolongada vía oral a enrofloxacina no induce una disminución en el número total de células de Purkinje; sin embargo, al profundizar en cada una de las zonas individualmente se muestra que hay una pérdida selectiva y significativa ($p < 0.05$) de este grupo de células en la zona anterior del vermis cerebeloso en comparación con las demás regiones evaluadas.

BIBLIGRAFÍA

1. Grill MF, Maganti RK. Efectos neurotóxicos asociados al uso de antibióticos: consideraciones de manejo. Br J Clin Pharmacol. 2011;72(3):381-93. doi: 10.1111/j.1365-2125.2011.03991.x.
2. Grabowski Ł, Gaffke L, Pierzynowska K, Cyske Z, Choszcz M, Węgrzyn G, et al. Enrofloxacina: ¿el despiadado asesino de las células eucariotas o la última esperanza en la lucha contra las infecciones bacterianas? Int J Mol Sci. 2022;23(7):3648. doi: 10.3390/ijms23073648.
3. Shakkottai VG, Chou CH, Oddo S, Sailer CA, Knaus HG, Gutman GA, et al. El aumento de la excitabilidad neuronal en ausencia de neurodegeneración induce ataxia cerebelosa. J Clin Invest. 2004;113(4):582-90. doi: 10.1172/JCI20216.
4. Percival A. Impacto de la estructura química en la potencia, el espectro y los efectos secundarios de las quinolonas. J Antimicrob Chemother. 1991;28(Supl C):1-8. doi: 10.1093/jac/28.suppl_c.1.
5. Mengozzi G, Intorre L, Bertini S, Soldani G. Farmacocinética de la enrofloxacina y su metabolito ciprofloxacino después de la administración intravenosa e intramuscular en ovejas. Am J Vet Res. 1996;57(7):1040-3.
6. Organización Mundial de la Salud. La OMS publica una lista de bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos [Internet]. Ginebra: OMS; 2017 [citado 2026 Jun 5]. Disponible en: https://www.who.int/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed.
7. Kherroubi L, Bacon J, Rahman KM. Navegación por la resistencia a las fluoroquinolonas en bacterias gramnegativas: una evaluación exhaustiva. JAC Antimicrob Resist. 2024;6(4):dlae127. doi: 10.1093/jacamr/dlae127.
8. Hooper DC. Resistencia a las fluoroquinolonas entre los cocos grampositivos. Lancet Infect Dis. 2002;2(9):530-8. doi: 10.1016/s1473-3099(02)00369-9.
9. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Ginebra: OMS; 2021 [citado 2026 Jun 5]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance.
10. Zhang F, Wang R, Huang J, Zhang H, Wang L, Zhong Z, et al. Permeabilidad de la barrera hematoencefálica a la enrofloxacina en la carpa cruciana de Pengze (Carassius auratus var. Pengze). Vet Med Sci. 2022;8(6):2404-10. doi: 10.1002/vms3.918.
11. Kim J, Ohtani H, Tsujimoto M, Sawada Y. Comparación cuantitativa de la actividad convulsiva de combinaciones de doce fluoroquinolonas con cinco fármacos antiinflamatorios no esteroideos. Drug Metab Pharmacokinet. 2009;24(2):167-74. doi: 10.2133/dmpk.24.167.
12. Wan G, Zhang F, Wang R, Wei L, Huang J, Lu X, et al. Diferencias en el metabolismo y los residuos de enrofloxacina entre el cerebro y los tejidos periféricos y las consiguientes lesiones

cerebrales en carpa cruciana (Carassius auratus var. Pengze). J Vet Pharmacol Ther. 2023;46(1):42-51. doi: 10.1111/jvp.13092.
13. Martinez M, McDermott P, Walker R. Farmacología de las fluoroquinolonas: una perspectiva para su uso en animales domésticos. Vet J. 2006;172(1):10-28. doi: 10.1016/j.tvjl.2005.07.010.
14. Vancutsem PM, Babish JG, Schwark WS. Los antimicrobianos fluoroquinolonas: estructura, actividad antimicrobiana, farmacocinética, uso clínico en animales domésticos y toxicidad. Cornell Vet. 1990;80(2):173-86.
15. Marron SA. Fluoroquinolonas en salud animal. J Vet Pharmacol Ther. 1996;19(1):1-14. doi: 10.1111/j.1365-2885.1996.tb00001.x.
16. Foster JD, Abouraya M, Papich MG, Muma NA. Análisis farmacocinético poblacional de enrofloxacina y su metabolito activo ciprofloxacino después de la inyección intravenosa en gatos con función renal reducida. J Vet Intern Med. 2023;37(6):2230-40. doi: 10.1111/jvim.16866.
17. Papich MG. Enrofloxacina. En: Papich MG, editor. Manual Saunders de Fármacos Veterinarios. 4ª ed. St. Louis (MO): W.B. Saunders; 2016. p. 287-9. doi: 10.1016/B978-0-323-24485-5.00240-0.
18. Molero-Saras GL, Pérez-Arévalo M de L, Sánchez-Villalobos AJ, Prieto YC, Mavárez de S MC, Arrieta-Mendoza D. Residuos de enrofloxacina en canales de pollos procedentes de cuatro plantas beneficiadoras, municipio San Francisco, estado Zulia, Venezuela. Rev Cient FCV-LUZ. 2007;17(4):412-6.
19. Wan G, Huang J, Wang R, Liu H, Wei L, Liang X, et al. Efectos toxicológicos del clorhidrato de enrofloxacina en la carpa cruciana reflejados por cambios serológicos y neurotoxicidad. Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol. 2023;273:109737. doi: 10.1016/j.cbpc.2023.109737.
20. De Sarro A, Cecchetti V, Fravolini V, Naccari F, Tabarrini O, De Sarro G. Efectos de las nuevas 6-desfluoroquinolonas y quinolonas clásicas sobre las convulsiones inducidas por pentilentetrazol en ratones. Antimicrob Agents Chemother. 1999;43(7):1729-36. doi: 10.1128/AAC.43.7.1729.
21. Enginar N, Eroğlu L. El efecto de la ofloxacina y la ciprofloxacina sobre las convulsiones inducidas por pentilentetrazol en ratones. Pharmacol Biochem Behav. 1991;39(3):587-9. doi: 10.1016/0091-3057(91)90132-I.
22. Roostaei T, Nazeri A, Sahraian MA, Minagar A. El cerebelo humano: una revisión de la neuroanatomía fisiológica. Neurol Clin. 2014;32(4):859-69. doi: 10.1016/j.ncl.2014.07.013.
23. Afifi AK, Bergman RA. Neuroanatomía funcional: texto y atlas. McGraw-Hill Interamericana; 2021.
24. Carlson NR. Fisiología de la conducta. 11ª ed. Pearson; 2014.
25. Acosta Rosas L, Nieto Taborda K, González Ramírez A, Ovalle Daza L, Mora Salazar J, Tramontini Jens C. Anatomía del cerebelo en imágenes de resonancia magnética cerebral con correlación funcional. Rev Med Sanitas. 2018;21(3). Disponible en: https://www.funandi.edu.co/revista-medica-sanitas/
26. Stoodley CJ, Schmahmann JD. Capítulo 4 - Topografía funcional del cerebelo humano. En: Manto M, Huisman TAGM, editores. Manual de Neurología Clínica. Vol. 154. Elsevier; 2018. p. 59-70. doi: 10.1016/B978-0-444-63956-1.00004-7.
27. Unverdi M, Alsayouri K. Neuroanatomía, disfunción cerebelosa. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 2026 Jun 5]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545251/
28. Melka N, Pszczolinska A, Klejbor I, Moryś J. El cerebelo: el cerebro "pequeño" y su gran papel. Folia Morphol. 2024;83(3):497-508. doi: 10.5603/fm.93251.
29. Mulroney SE, Myers AK. Netter: fundamentos de fisiología. 3ª ed. Barcelona: Elsevier; 2025.
30. Crossman AR, Neary D. Neuroanatomía. Texto y atlas en color. 6ª ed. Elsevier Health Sciences; 2020.
31. Hirono M, Karube F, Yanagawa Y. Efectos moduladores de las monoaminas y las redes perineuronales sobre la salida de las células de Purkinje cerebelosas. Front Neural Circuits. 2021;15:661899. doi: 10.3389/fncir.2021.661899.
32. Paul M, Limaiem F. Histología, células de Purkinje. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 2026 Jun 5]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545154/

33. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación [Internet]. 22 de agosto de 2001 [citado 2026 Mayo 23]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999_220801.pdf
34. Allen Institute for Brain Science. Atlas de referencia del cerebro de ratón de Allen [Internet]. Seattle (WA): Allen Institute; [citado 2026 Mayo 19]. Disponible en: https://mouse.brain-map.org/static/atlas
35. Aygörmez S, Akaras N, Dalkılınç E, Maraşlı Ş. La morina reduce el daño cerebral inducido por ciprofloxacino mediante la regulación del estrés oxidativo, la inflamación y los cambios histopatológicos. Kocatepe Vet J. 2026;19(1):63-73. doi: 10.30607/kvj.1702504.
36. Zumrut Dogan, Cetin A, Elibol E, Vardi N, Turkoz Y. Efectos del ciprofloxacino y la quercetina en el desarrollo del cerebro fetal: un estudio bioquímico e histopatológico. J Matern Fetal Neonatal Med. 2017. doi: 10.1080/14767058.2017.1418222.
37. Hussein H. Evaluación de los efectos histológicos sobre el cerebro y las malformaciones esqueléticas en fetos y neonatos de ratas tratadas con el antibiótico levofloxacino. Revista Gestão Inovação e Tecnologias. 2021 Jun 30;11(3):428-48. doi: 10.47059/revistageintec.v11i3.1948.
38. Rawi S, Arafa N, El-Hazmi M. Evaluación de los efectos del ciprofloxacino o gatifloxacino sobre los niveles de neurotransmisores en la corteza y el hipocampo de la rata. Afr J Pharm Pharmacol. 2011 Ago 1;5(8):993-1005.
39. Bates D, Edwards J, Chow J, Fisher M, Switzer A, Morris C. Trastornos del movimiento inducidos por fluoroquinolonas: informe de caso y revisión de la literatura. ULUTAS Med J. 2018 Ene 1;4(1):53-6. doi: 10.5455/umj.20180207122003.
40. Lucet JC, Tilly H, Lerebours G, Gres JJ, Piguet H. Toxicidad neurológica relacionada con la pefloxacina. J Antimicrob Chemother. 1988 Jun;21(6):811-2. doi: 10.1093/jac/21.6.811.
41. Mohan N, Menon K, Rao PG. Ataxia inducida por gatifloxacino oral. Am J Health Syst Pharm. 2002 Oct 1;59(19):1894. doi: 10.1093/ajhp/59.19.1894b.

RELACIÓN ENTRE DISMORFIA CORPORAL Y HÁBITOS ALIMENTICIOS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Verónica Guadalupe Vargas García, Valeria Guadalupe Aldana Esparza, Rocío Esmeralda Haro Ruíz, Carlos Alejandro Pelayo Gervacio, Betsabe Contreras Haro, Cesar Octavio Ramos García, Beatriz Adriana Andrade Espinoza.

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
beatriz.andrade@academicos.udg.mx

RESUMEN

La dismorfia corporal es un trastorno en el que la persona manifiesta una preocupación excesiva por un defecto mínimo o imaginario en la apariencia física[1]. Estas preocupaciones, además de generar ansiedad y angustia, pueden conducir a comportamientos alimentarios desordenados, lo cual a su vez puede generar hábitos inadecuados dentro de su alimentación y afectar su salud tanto de forma física como mental. Los jóvenes universitarios son una población con alto riesgo ante esta situación debido a la presión social e ideales estéticos poco realistas. Estos aspectos los llevan a compararse, generando cierta insatisfacción corporal que, con el paso de los días, puede convertirse en dismorfia y llevarlos a modificar su alimentación de manera incorrecta. El objetivo del estudio fue identificar si existe relación entre la dismorfia corporal y los hábitos alimenticios en los universitarios.

Para ello, se diseñó un estudio tipo observacional y transversal, realizado en estudiantes del tercer semestre de la Licenciatura en Nutrición del Centro Universitario de Tonalá, en el cual se incluyeron a todos los estudiantes que cursaban tal semestre. La dismorfia corporal y los factores sociodemográficos se consideraron variables independientes, mientras que los hábitos alimenticios fueron la variable dependiente, en consecuente los datos se recolectaron mediante la utilización de instrumentos como el cuestionario BDDQ (Body Dysmorphic Disorder Questionnaire) para la detección de dismorfia corporal, y el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos del USDA para evaluar los hábitos alimenticios. El procedimiento consistió en la aplicación de dichos cuestionarios a través de Google Forms, con recolección de datos entre abril y mayo de 2025. El análisis se realizó con una estadística descriptiva de frecuencias y porcentajes, y pruebas de asociación como la prueba chi cuadrada para explorar la relación entre dismorfia corporal y hábitos alimenticios, utilizado el software SPSS V26.0. La muestra estuvo conformada por 67 estudiantes, con mayor proporción de mujeres (53.7%). El 67.2% presentó hábitos alimenticios saludables y el 32.8% hábitos intermedios. En cuanto a la dismorfia corporal, predominó el nivel leve (49.3%) y moderado (43.3%), mientras que el nivel alto fue menor (7.5%). No se encontró asociación significativa entre la dismorfia corporal y los hábitos alimenticios ($p = 0.723$), pero sí diferencias significativas según el sexo ($p = 0.026$). En conclusión, la prevalencia de dismorfia corporal en estudiantes universitarios del tercer semestre de Nutrición fue alta, predominando los niveles leve y moderado. Aunque no se encontró una asociación significativa entre la dismorfia corporal y los hábitos alimenticios, sí se observaron diferencias según el sexo, lo que sugiere que hombres y mujeres perciben y expresan la insatisfacción corporal de manera distinta. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar factores psicológicos y sociodemográficos en la formación de estudiantes de nutrición, así como la necesidad de estrategias preventivas para promover una imagen corporal saludable.

INTRODUCCIÓN

El trastorno dismórfico corporal (TDC) es un trastorno psiquiátrico caracterizado por una preocupación excesiva y persistente por defectos percibidos en la apariencia física, los cuales suelen ser inexistentes o poco perceptibles para otras personas. Esta alteración se asocia con pensamientos intrusivos y conductas repetitivas orientadas a verificar, ocultar o corregir dichos

defectos, generando un impacto significativo en el funcionamiento social, académico y emocional del individuo[1]. En los últimos años, el interés por el estudio del TDC ha incrementado debido a su alta comorbilidad con otros trastornos mentales, particularmente con los trastornos de la conducta alimentaria y los trastornos de ansiedad.

La relación entre la dismorfia corporal y los hábitos alimenticios ha sido ampliamente documentada en la literatura científica reciente. La insatisfacción con la imagen corporal, considerada un factor central del TDC, se ha identificado como un predictor importante de conductas alimentarias desordenadas, tales como dietas restrictivas, episodios de sobreingesta y prácticas compensatorias inadecuadas[2]. Estas conductas pueden desarrollarse como estrategias para modificar la apariencia física percibida, lo que refuerza un ciclo de preocupación corporal y deterioro de la salud. Asimismo, se ha observado que los individuos con mayor preocupación por su imagen corporal presentan una mayor probabilidad de desarrollar patrones alimentarios poco saludables, afectando tanto su estado nutricional como su bienestar psicológico.

En la población universitaria, esta problemática adquiere especial relevancia. Los estudiantes se encuentran en una etapa de transición caracterizada por cambios físicos, emocionales y sociales, lo que los convierte en un grupo vulnerable a la internalización de ideales estéticos poco realistas. La influencia de los medios de comunicación y, particularmente, de las redes sociales, ha sido señalada como un factor determinante en la construcción de la imagen corporal, promoviendo estándares de belleza que favorecen la comparación social y la insatisfacción corporal[3]. En este contexto, diversos estudios han reportado una prevalencia considerable de preocupaciones relacionadas con la apariencia física en estudiantes universitarios, así como una asociación significativa entre estas preocupaciones y conductas alimentarias de riesgo.

En el caso específico de estudiantes de nutrición, la situación puede ser aún más compleja. A pesar de contar con conocimientos formales sobre alimentación saludable, investigaciones recientes sugieren que estos estudiantes pueden presentar niveles elevados de preocupación por su peso y su figura corporal, lo que podría influir negativamente en sus hábitos alimenticios[4]. La exposición constante a conceptos relacionados con la dieta, el control del peso y la composición corporal podría favorecer una autoevaluación más crítica, lo que incrementaría el riesgo de desarrollar insatisfacción corporal y conductas alimentarias inadecuadas. Esto resalta la necesidad de abordar la salud mental y la relación con la alimentación incluso en poblaciones con formación en el área de la salud.

En este sentido, el análisis de la prevalencia de la dismorfia corporal y su relación con los hábitos alimenticios en estudiantes del tercer semestre de la licenciatura en nutrición del Centro Universitario de Tonalá resulta de gran importancia. Esta etapa representa un momento clave en la formación académica y personal de los estudiantes, en el cual comienzan a consolidar tanto sus conocimientos como sus prácticas en torno a la alimentación. Identificar si existe relación entre estas variables permitirá generar evidencia relevante para el diseño de estrategias preventivas e intervenciones dirigidas a mejorar la percepción corporal y promover hábitos alimentarios saludables.

TEORÍA

La dismorfia corporal o trastorno dismórfico corporal (TDC) afecta significativamente el bienestar psicológico y social de quienes la padecen, y su prevalencia ha aumentado en población joven, especialmente en estudiantes universitarios, quienes se encuentran expuestos a múltiples factores de riesgo como la presión social y los ideales estéticos poco realistas[1].

En este sentido, el estudio de Aflakseir et al., realizado en 750 estudiantes universitarios, tuvo como objetivo determinar la prevalencia del TDC y su relación con trastornos psicológicos asociados. Los resultados mostraron que el 7.45% de los estudiantes presentaba TDC y un 77% insatisfacción corporal. Asimismo, el 8.5% manifestó conductas repetitivas como la revisión constante en el espejo. Se identificó también una relación significativa con depresión y ansiedad social, además de una

mayor prevalencia en mujeres jóvenes, lo que evidencia la influencia de factores socioculturales en la percepción corporal[1].

Por su parte, Kapoor evaluó el comportamiento alimentario, la autoestima y la percepción de la imagen corporal en 180 estudiantes universitarias. Se encontró que el 30.6% presentaba preocupación por su cuerpo y el 76.7% insatisfacción corporal. Las participantes con mayor insatisfacción mostraron conductas alimentarias de riesgo, como restricción alimentaria y hábitos inadecuados, además de niveles bajos de autoestima. Estos resultados sugieren que la percepción negativa del cuerpo influye directamente en la adopción de patrones alimentarios poco saludables[2].

El estudio de Choudhary, realizado en 111 estudiantes universitarios, analizó la relación entre actitudes alimentarias, autocrítica y preocupaciones dismórficas. Los resultados indicaron que los hombres presentaron mayores puntuaciones en actitudes alimentarias disfuncionales, mientras que las mujeres mostraron mayor preocupación por la imagen corporal. Además, la autocrítica se identificó como un factor importante en el desarrollo de preocupaciones dismórficas, lo que resalta la influencia de factores cognitivos en esta problemática[3].

Asimismo, el estudio publicado en Nayak et al., realizado en 493 estudiantes de medicina, analizó la relación entre la insatisfacción corporal, el índice de masa corporal (IMC) y los trastornos alimentarios. Se encontró que el 25.6% de los estudiantes presentaba riesgo de trastornos alimentarios y el 54.1% preocupación por su imagen corporal. Además, entre el 22% y el 35% mostró riesgo asociado con percepción corporal negativa y alteraciones en el IMC, evidenciando la interacción entre factores físicos y psicológicos[4].

De manera similar, Mallaram et al., estudiaron a 777 estudiantes de medicina para explorar la relación entre imagen corporal, comportamiento alimentario, autoestima y calidad de vida. Los resultados indicaron que el 78.8% estaba preocupado por su apariencia física y el 10.4% presentaba riesgo de trastornos alimentarios. Asimismo, se encontró que la insatisfacción corporal se asociaba con baja autoestima y una disminución en la calidad de vida, afectando tanto el bienestar psicológico como social[5].

Por otro lado, el estudio de Jiménez et al, realizado en población universitaria, analizó la relación entre insatisfacción corporal y conductas alimentarias desordenadas. Los resultados mostraron que estas conductas están significativamente asociadas con una percepción corporal negativa, afectando principalmente a mujeres. Además, se identificó que factores como la baja autoestima y la presión social influyen en la adopción de hábitos alimentarios inadecuados[6].

En concordancia con lo anterior, el mismo estudio también señala que la insatisfacción corporal puede actuar como predictor de trastornos alimentarios, incluso en ausencia de un diagnóstico clínico formal, lo que resalta la importancia de detectar tempranamente estas alteraciones en población universitaria[6].

Finalmente, Schnackenberg, mediante un estudio cualitativo, analizó la experiencia de jóvenes con TDC, encontrando que los síntomas eran más intensos en mujeres adolescentes. Las participantes reportaron haber sido objeto de burlas relacionadas con su apariencia, lo que incrementó la ansiedad social y afectó su identidad y desempeño académico. Este estudio evidencia el impacto integral del TDC, no solo a nivel clínico, sino también en la vida cotidiana y el desarrollo personal[7].

En conjunto, la evidencia científica demuestra que la dismorfia corporal y la insatisfacción con la imagen corporal son problemas altamente prevalentes en población universitaria y se encuentran estrechamente relacionados con hábitos alimenticios inadecuados, baja autoestima y afectaciones en la salud mental.

PARTE EXPERIMENTAL

El presente estudio fue de tipo observacional y transversal. El universo de trabajo estuvo conformado por estudiantes del tercer semestre de la carrera de Nutrición del Centro Universitario de Tonalá durante el periodo de abril a mayo de 2025. Se incluyeron todos los estudiantes del tercer semestre, por lo que se trabajó con una muestra censal.

Dentro de los criterios de selección se consideraron como participantes a los estudiantes inscritos en el tercer semestre de la carrera de Nutrición del CUTonalá. Se excluyeron aquellos estudiantes que no desearon participar o que no completaron el cuestionario. Asimismo, se descartaron los datos incompletos obtenidos en el cuestionario.

Las variables independientes fueron la dismorfia corporal, medida mediante el cuestionario BDDQ, y los factores sociodemográficos como edad y sexo. La variable dependiente fue los hábitos alimenticios, evaluados mediante el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. Entre las variables estudiadas se encontró el sexo, definido como la característica biológica que distingue a las personas como hombres o mujeres; la edad, entendida como el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la actualidad medido en años; la ocupación, considerada como la actividad principal que desempeñó una persona en su vida laboral o académica; el uso de redes sociales, relacionado con la frecuencia y tiempo dedicado a la interacción en plataformas digitales; los hábitos alimenticios, definidos como el patrón de consumo de alimentos en términos de frecuencia, tipo y cantidad; y la dismorfia corporal, entendida como la percepción distorsionada de la propia imagen corporal.

Para evaluar los hábitos alimenticios se utilizó el Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (FFQ), categorizado en consumo bajo, moderado o alto según el número de grupos de alimentos consumidos. En el caso de la dismorfia corporal, el instrumento clasificó los resultados en ausencia de indicios de TDC, posible TDC leve o moderado, y alta probabilidad de TDC dependiendo del número de respuestas afirmativas obtenidas.

Los procedimientos consistieron en la aplicación de cuestionarios mediante Google Forms, la recolección de datos entre abril y mayo de 2025 y el análisis de la relación entre dismorfia corporal y hábitos alimenticios en los estudiantes seleccionados. Como instrumentos se utilizaron el BDDQ, integrado por siete ítems sobre percepción corporal y afectación en la vida diaria, y el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos del USDA para evaluar hábitos alimenticios. Finalmente, el análisis estadístico incluyó estadística descriptiva mediante frecuencias y porcentajes, así como pruebas de asociación, como chi-cuadrada o correlaciones, para explorar la relación entre dismorfia corporal y hábitos alimenticios.

RESULTADOS

La población estudiada estuvo conformada mayoritariamente por mujeres (65.7% de la muestra). En relación con los hábitos alimentarios, se observó una mayor prevalencia de hábitos alimentarios intermedios y poco saludables en las mujeres en comparación con los hombres (Figura 1). Este resultado puede deberse a factores emocionales, sociales y culturales que influyen en la alimentación y en la percepción corporal, especialmente en mujeres universitarias.

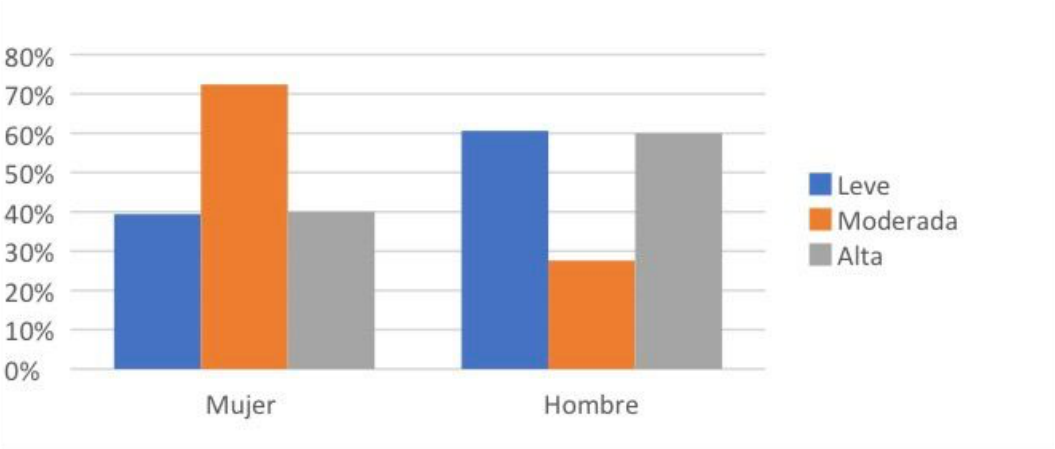


Figura 1. Prevalencia de hábitos alimentarios según el sexo

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Jiménez-Limas et al., quienes encontraron que las alteraciones de la imagen corporal y las conductas alimentarias de riesgo son más frecuentes en mujeres jóvenes universitarias[6].

Asimismo, Franco-Paredes et al. mencionan que la ansiedad y la insatisfacción corporal pueden mediar el desarrollo de hábitos alimentarios inadecuados en estudiantes universitarias mexicanas. Esto sugiere que la presión social relacionada con la imagen corporal puede influir negativamente en las prácticas alimentarias[8].

Respecto a la dismorfia corporal según el sexo, se identificó que las mujeres presentaron mayores niveles de dismorfia corporal moderada y alta en comparación con los hombres (Figura 2). La dismorfia corporal se caracteriza por una preocupación excesiva por defectos físicos reales o imaginarios, afectando la percepción de la imagen corporal y el bienestar psicológico.

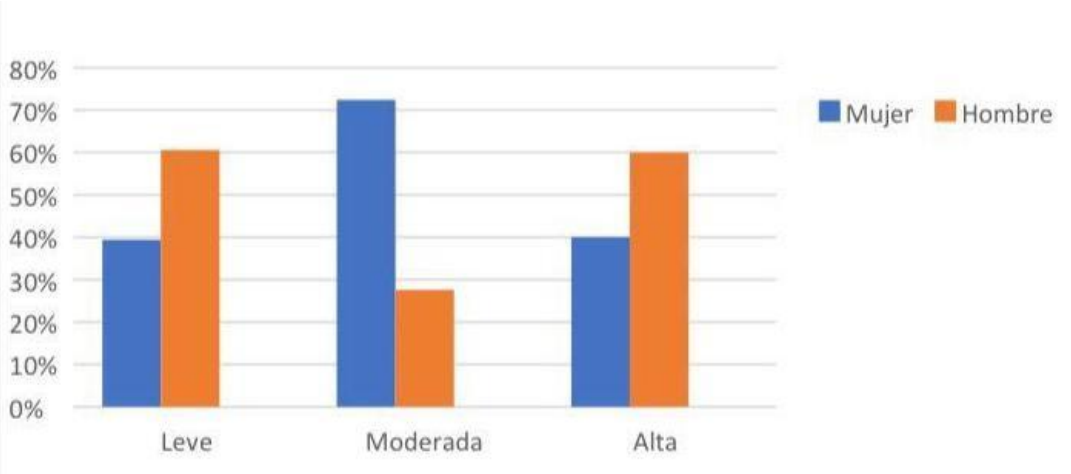


Figura 2. Prevalencia de dismorfia corporal según el sexo

Este resultado coincide con lo descrito por Jiménez-Limas et al., quienes encontraron una alta prevalencia de insatisfacción corporal y conductas alimentarias de riesgo principalmente en mujeres universitarias[6].

De igual manera, Bo et al., reportaron asociaciones entre dismorfia corporal, problemas alimentarios y factores relacionados con la apariencia física en estudiantes universitarios. Esto puede explicarse

por la influencia de los estándares estéticos sociales y la presión por alcanzar determinados ideales corporales[9].

Al analizar la relación entre dismorfia corporal y hábitos alimentarios, se observó que los estudiantes con hábitos alimentarios intermedios y poco saludables presentaron mayores niveles de dismorfia corporal moderada y alta. En contraste, quienes reportaron hábitos saludables mostraron principalmente niveles leves de dismorfia corporal (Figura 3).

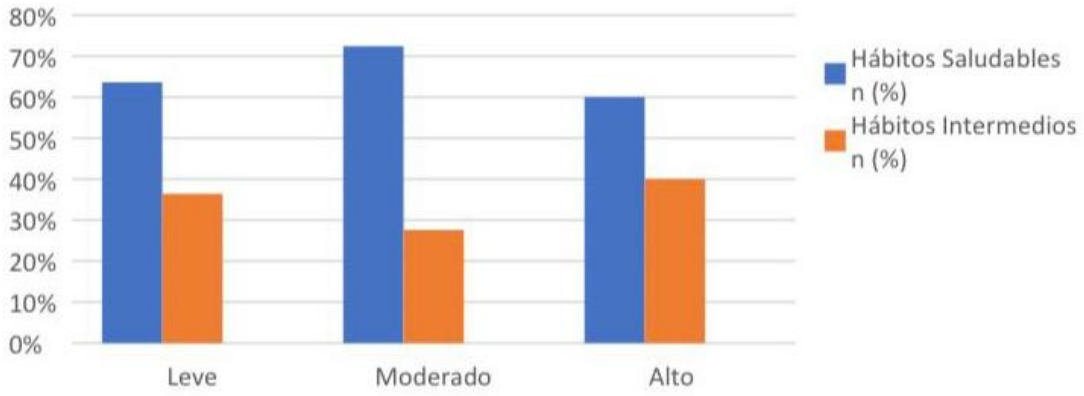


Figura 3. Prevalencia de dismorfia corporal según los hábitos alimentarios

Estos resultados sugieren que una percepción corporal alterada puede influir en la adopción de conductas alimentarias de riesgo, como restricciones alimentarias, atracones o patrones inadecuados de alimentación. Este hallazgo coincide con lo mencionado por Jiménez-Limas et al., quienes encontraron asociaciones significativas entre insatisfacción corporal y conductas alimentarias desordenadas en universitarios[6].

Asimismo, Franco-Paredes et al. reportaron que la ansiedad y la insatisfacción corporal incrementan el riesgo de conductas alimentarias alteradas en mujeres universitarias mexicanas. Aslani et al. también mencionan que las emociones y el estrés pueden influir en los patrones alimentarios y favorecer conductas poco saludables[8].

En conjunto, estos hallazgos evidencian la importancia de implementar estrategias de prevención y educación enfocadas en salud mental, imagen corporal y hábitos alimentarios saludables dentro de la población universitaria.

CONCLUSIONES

En conclusión, el presente estudio evidenció una alta prevalencia de dismorfia corporal en estudiantes del tercer semestre de Nutrición del Centro Universitario de Tonalá, predominando los niveles leve y moderado. Aunque no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la dismorfia corporal y los hábitos alimenticios, se observó que los estudiantes con hábitos intermedios y poco saludables presentaron mayores niveles de dismorfia corporal. Asimismo, las mujeres mostraron mayor prevalencia de insatisfacción corporal y hábitos alimentarios menos saludables en comparación con los hombres, lo que refleja la influencia de factores sociales y culturales relacionados con la imagen corporal.

Estos hallazgos coinciden con la literatura científica revisada, la cual señala que la preocupación por la apariencia física, la presión social y la baja autoestima pueden influir en la percepción corporal y en las conductas alimentarias de los universitarios. Por ello, resulta importante implementar

estrategias preventivas y de apoyo psicológico dentro de las universidades para promover una imagen corporal saludable y hábitos alimenticios adecuados, especialmente en estudiantes del área de la salud como nutrición.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Aflakseir, S. Jamali y J. Mollazadeh, "Prevalence of Body Dysmorphic Disorder Among a Group of College Students in Shiraz", Vol. 23, 2021, pp. 1-5.
2. A. Kapoor, M. Upadhyay y N. Saini, "Relationship of eating behavior and self-esteem with body image perception and other factors among female college students of University of Delhi", 2022, pp. 1-7.
3. Niyati Choudhary y Dr. Rinu Chaturvedi, "Impact Of Eating Attitude On Self-Criticism And Body Dysmorphic Concern Among University Students", 3(4), 2024, pp. 8597-8608.
4. B. S. Nayak, L. M. P. Pereira, S. Pujar, S. M. Bhat, S. Shetty et al., "Eating habit, body image, and gender: Is there a relationship among medical students?", 13, 2024, pp. 326.
5. G. K. Mallaram, P. Sharma, D. Kattula, S. Singh y P. Pavuluru, "Body image perception, eating disorder behavior, self-esteem and quality of life: A cross-sectional study among female medical students", 11, 2023, pp. 225.
6. K. Jiménez-Limas, V. A. Miranda-Barrera, K. F. Muñoz-Díaz, S. R. Novales-Huidobro y G. Chico-Barba, "Body dissatisfaction, distorted body image and disordered eating behaviors in university students: An analysis from 2017-2022", 19(18), 2022, pp. 11482.
7. N. Schnackenberg, "Young people's experiences of body dysmorphic disorder in education settings: A grounded theory", 37(2), 2021, pp. 202-220.
8. K. Franco-Paredes, F. Díaz, M. A. Peláez-Fernández y M. L. Bautista-Díaz, "Variables that explain disordered eating behaviors among women: The mediating role of body dissatisfaction", 29(1), 2024, pp. 1-11.
9. S. Bo, R. Zoccali, V. Ponzo, L. Soldati, L. De Carli, A. Benso, E. Fea, E. Rainoldi, M. Durazzo y G. Abbate-Daga, "University courses, eating problems and muscle dysmorphia: Are there any associations?", 12, 2014, pp. 221.

IMPACTO DE UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA DE ENFERMERÍA EN RECIÉN NACIDOS CON CPAP NASAL EN LA UCIN, DESDE LA TEORÍA DE PATRICIA BENNER

Rosa María Baltazar Téllez, Angela Garrido Lozada, José Arias Rico, Esther Ramírez Moreno, Eva Maria Trinidad Molina y Juana Maygualidia Aguilar Gutierrez

Universidad Autonóma del Estado de Hidalgo.
rosa_baltazar@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La atención de los recién nacidos (RN) en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales representa un reto para los profesionales de la salud, las intervenciones de alto grado de especialización como la aplicación del CPAP nasal es una de las estrategias clave para el manejo de la insuficiencia respiratoria en los RN prematuros, ya que ayuda a mantener las vías respiratorias abiertas, evitando el colapso alveolar y mejorando la oxigenación. En este contexto, las intervenciones educativas pueden ser una herramienta fundamental para mejorar la calidad del cuidado y los resultados en los pacientes neonatales; Patricia Benner, en su teoría sobre el desarrollo de la experticia en la práctica profesional de la enfermería describe 5 etapas que atraviesa el profesional desde ser principiante hasta llegar a un nivel experto, no solo en conocimiento técnico, sino también la capacidad para hacer juicios clínicos acertados, tomar decisiones basadas en situaciones complejas y manejar la incertidumbre con confianza. El estudio realizado fue longitudinal, de tipo observacional con enfoque mixto mediante la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, con el fin de obtener una comprensión amplia sobre el avance del personal de enfermería en la UCIN de un Hospital de Segundo Nivel de Pachuca de Soto, Hidalgo. en su proceso de adquisición de habilidades y conocimientos en el manejo del CPAP nasal. Se utilizó un diseño cuasiexperimental, ya que se midió la efectividad de la intervención educativa a través de la aplicación de un pretest y postest haciendo uso del instrumento de recopilación de datos EIERNPPCVA, basado en la Guía Clínica de CPAP nasal, y lleva por nombre Cuestionario para Identificar los Cuidados de Enfermería en los RN con Apoyo Ventilatorio CPAP nasal; el cual consta de 59 ítems y se divide en dos secciones. La primera recopila datos sociodemográficos del personal y la segunda se enfoca en el conocimiento y las habilidades relacionadas con la instalación del CPAP nasal; La escala es de medición dicotómica y se evaluó con el coeficiente de Alpha de Cronbach, que arrojó un valor de 0.78%. El pretest aplicado a 13 participantes evalúa el nivel de conocimientos evaluado en cinco dimensiones del personal de enfermería sobre el manejo del CPAP nasal en RN, donde los resultados evidencian un conocimiento insuficiente en la mayoría de los aspectos evaluados, siendo la fijación adecuada del CPAP el aspecto con menor nivel de conocimiento, ya que únicamente 3 participantes respondieron afirmativamente, mientras que 10 manifestaron desconocimiento. En contraste a los resultados del test posterior a la intervención educativa donde se evidencia una mejora significativa en los aspectos evaluados, incluyendo la relación con la fijación adecuada donde, 11 participantes respondieron afirmativamente y 2 negativamente. Los resultados postest sugieren que la intervención educativa fue efectiva para fortalecer prácticas seguras y basadas en el cuidado especializado en la UCIN. Desde la perspectiva de la Teoría de Patricia Benner (“Del principiante al experto”), el proceso educativo permitió que las enfermeras avanzaran en el desarrollo de sus competencias profesionales.

INTRODUCCIÓN

La atención de los RN en la UCIN representa un reto para los profesionales de la salud, especialmente cuando se trata de manejar intervenciones que requieren un alto grado de especialización, como el uso de la CPAP nasal. El CPAP nasal es una de las estrategias clave para el manejo de la insuficiencia respiratoria en RN prematuros o con dificultades respiratorias, ya que ayuda a mantener las vías respiratorias abiertas, evitando el colapso alveolar y mejorando la oxigenación. Sin embargo, su uso adecuado requiere no solo una comprensión técnica profunda,

sino también habilidades interpersonales y de toma de decisiones que deben desarrollarse a lo largo de la carrera profesional de los enfermeros. En este contexto, las intervenciones educativas pueden ser una herramienta fundamental para mejorar la calidad del cuidado y los resultados en los pacientes neonatales. Patricia Benner, en su teoría sobre el desarrollo de la experticia en la práctica profesional de la enfermería, describe cómo los enfermeros avanzan a lo largo de cinco etapas, desde el principiante hasta el experto, lo cual se fundamenta en la adquisición de habilidades prácticas y en la experiencia en el trabajo diario. Según Benner, el paso de principiante a experto no solo implica el conocimiento técnico, sino también la capacidad para hacer juicios clínicos acertados, tomar decisiones basadas en situaciones complejas y manejar la incertidumbre con confianza. En este sentido, la intervención educativa de enfermería no solo debe enfocarse en la enseñanza de habilidades técnicas relacionadas con el manejo del CPAP nasal, sino también en cómo los profesionales de la salud pueden aplicar estos conocimientos en situaciones clínicas diversas y cambiantes dentro de la UCIN.

Desde la perspectiva de Patricia Benner, la capacitación de los enfermeros en el manejo de dispositivos complejos como el CPAP nasal debe estar orientada a la progresiva integración de la experiencia práctica y el conocimiento técnico. En su teoría, Benner describe cómo los profesionales avanzan desde el “principiante” que sigue reglas y procedimientos, hasta el “experto” que realiza intervenciones de manera intuitiva, considerando las particularidades de cada caso y evaluando los resultados a partir de una comprensión holística del paciente. Por lo tanto, las intervenciones educativas en enfermería deben ofrecer no solo conocimientos técnicos sobre el uso del CPAP nasal, sino también fomentar el desarrollo de la capacidad crítica y reflexiva de los enfermeros para que puedan adaptarse y responder a las necesidades cambiantes de los RN en la UCIN.

La efectividad de una intervención educativa en enfermería sobre el manejo del CPAP nasal puede ser analizada bajo esta perspectiva de Patricia Benner, al observar cómo esta intervención contribuye a mejorar tanto las competencias técnicas como el juicio clínico de los enfermeros. Además, es esencial evaluar cómo la implementación de estos programas de capacitación puede impactar la calidad del cuidado en la UCIN, para reducir las complicaciones respiratorias en los RN, disminuir la morbilidad y mejorar los resultados clínicos. A medida que los enfermeros avanzan en su trayectoria profesional, la capacitación continua puede contribuir a que alcancen niveles más altos de competencia en el manejo de técnicas avanzadas como el CPAP nasal, lo que, en última instancia, repercute en la calidad de la atención brindada.

Este estudio tuvo como propósito explorar el impacto de una intervención educativa dirigida al personal de enfermería en la UCIN sobre el manejo del CPAP nasal, tomando como referencia la teoría de Patricia Benner. El enfoque fue analizar cómo el programa educativo influye en el desarrollo de las habilidades clínicas de los enfermeros, ayudándoles a progresar en su camino de principiante a experto en el manejo del CPAP nasal. Además, se buscará evaluar cómo esta mejora en las competencias de los profesionales de enfermería se traduce en un mejor cuidado para los pacientes RN, contribuyendo a la mejora de su oxigenación, reduciendo las complicaciones respiratorias y mejorando los resultados a largo plazo.

TEORÍA

La atención en la UCIN es importante para la supervivencia y desarrollo adecuado de los RN que presentan condiciones críticas de salud, tales como insuficiencia respiratoria, apnea o hipoxemia. Dentro de las herramientas terapéuticas utilizadas en estas unidades, es el uso del CPAP nasal se ha consolidado como una de las más efectivas para el manejo de la insuficiencia respiratoria en RN, especialmente en aquellos prematuros o con afecciones respiratorias transitorias.

El CPAP nasal se utiliza para mantener las vías respiratorias abiertas mediante la aplicación constante de una presión de aire, evitando el colapso de los alvéolos y promoviendo una mejor oxigenación. Esta intervención es relevante en la UCIN, ya que contribuye a reducir la necesidad de intubación endotraqueal, lo que minimiza los riesgos de lesiones o infecciones asociadas a

procedimientos invasivos. Sin embargo, el uso de CPAP nasal requiere de una supervisión y seguimiento continuo, debido a que puede generar complicaciones si no se ajusta adecuadamente, como lesiones en la mucosa nasal, daño en la piel o dificultades en la adaptación del RN al dispositivo.

Las intervenciones de enfermería juegan un papel esencial en la correcta administración de este tratamiento. El personal de enfermería en la UCIN no solo está encargado de la colocación del dispositivo y el monitoreo de la presión de CPAP nasal, sino también de la evaluación continua del estado respiratorio del paciente, la observación de posibles efectos adversos y la intervención temprana ante cualquier cambio en la condición clínica del RN. Además, las enfermeras son responsables de la educación a los padres, asegurando que comprendan el proceso y las expectativas del tratamiento.

La tasa de mortalidad infantil es de 19 por 1,000 nacimientos. Las enfermedades respiratorias son una de las causas más comunes de mortalidad neonatal. Para reducir el riesgo de muerte en RN con dificultad respiratoria, el tratamiento con CPAP nasal debería ser más sencillo y menos costoso. El uso de CPAP nasal disminuyó la tasa de ventilación mecánica de 12,3 por 1,000 nacimientos a 11,8 por 1,000 nacimientos y disminuyó la duración de la atención del RN en la sala de la UCIN. El nacimiento prematuro es la principal causa de morbilidad y muerte prenatal a escala mundial. En los países desarrollados, el nacimiento prematuro representa el 70 por ciento de la mortalidad neonatal y el 75 por ciento de la morbilidad neonatal, lo que contribuye a importantes disfunciones pulmonares del desarrollo neurológico y discapacidad visual. La prematuridad es un importante problema de salud pública y una de las principales causas de muerte de RN. El nacimiento prematuro es un hecho global. Según estimaciones, cada año nacen aproximadamente 24 millones de RN con bajo peso al nacer. Los RN prematuros corren el riesgo de sufrir el síndrome de dificultad respiratoria (SDR), una afección pulmonar compleja. Los fetos abortados pueden respirar o tener una carrera de gases deficiente durante unas horas después del inicio del tratamiento, a menos que se les proporcione una atención de alta calidad. Debido a la falta de surfactante pulmonar del SDR, se necesita una combinación de lipoproteínas para reducir la tensión superficial del aire líquido y prevenir atelectasias amplias en el sistema alveolar. Una de las causas de la asfixia al nacer son los pulmones prematuros que carecen de suficiente surfactante para funcionar correctamente. Los desencadenantes en la madre, la placenta o el feto pueden influir (Hameed Helal et al., 2022).

El SDR ahora se administra mediante uno o una combinación de los siguientes: Los métodos de asistencia respiratoria no invasivos incluyen CPAP nasal y presión positiva intermitente no invasiva en las vías respiratorias. El SDR es una de las principales causas de muerte y morbilidad infantil en el 44% de los RN que pesan entre 500 y 1,500 gr en el 50% de los que nacen antes de la semana 30 de embarazo. El tratamiento del SDR en recién nacidos prematuros implica reemplazar el surfactante y abordar las causas subyacentes de la hipoxia, la hipercapnia y la acidosis metabólica. Incluso con una concentración de oxígeno del 70 por ciento, existe indicación de CPAP nasal en la terapia SDR si la presión parcial de oxígeno es inferior a 50 mmHg. La terapia de CPAP nasal ha reducido la necesidad de intubación y ventilación invasiva en pacientes con SDR (Gökdoan & Ieri, 2018) debido a su uso temprano generalizado. El ingreso más común en la UCIN se debe a problemas respiratorios. Las causas de SDR, Taquipnea Transitoria (TTN) del RN, Síndrome de Aspiración de Meconio (MAS) e infección pulmonar. El tratamiento más utilizado para apoyar la respiración de un RN y la primera opción de tratamiento preferida en la UCIN es la administración CPAP nasal (Hameed Helal et al., 2022).

Una de las principales razones que fundamentan de estas intervenciones es la necesidad de brindar una atención integral y personalizada a los RN. Los profesionales de enfermería deben estar capacitados en el uso de CPAP nasal para responder de manera eficiente ante cualquier complicación respiratoria que pudiera surgir. Esto implica el seguimiento estrecho de parámetros como la frecuencia respiratoria, los niveles de oxígeno en sangre y la observación de la tolerancia al dispositivo. Otro factor que refuerza la necesidad de una justificación en las intervenciones de enfermería es la importancia de prevenir complicaciones derivadas del uso de CPAP nasal. Si bien es un tratamiento eficaz, el uso prolongado puede generar efectos secundarios como irritación nasal

o daño en la piel alrededor de las fosas nasales. Por lo tanto, las enfermeras deben estar atentas a estos signos, así como a la presencia de infecciones o disfunciones del equipo de CPAP nasal. El ajuste adecuado de las mascarillas nasales y la correcta ventilación del dispositivo son aspectos fundamentales para garantizar que los RN reciban el mejor cuidado posible.

Las intervenciones de enfermería en pacientes sometidos a CPAP nasal en la UCIN también son cruciales para mejorar los resultados a largo plazo de los RN. La atención oportuna y el manejo adecuado del tratamiento no solo facilitan la recuperación respiratoria, sino que también reducen las probabilidades de complicaciones más graves, como el daño cerebral o el desarrollo de trastornos pulmonares crónicos. Las enfermeras, como parte del equipo multidisciplinario, desempeñan un papel esencial en garantizar la continuidad del cuidado, la educación familiar y el seguimiento, lo cual contribuye al bienestar general del RN y sus posibilidades de una vida saludable.

La presente investigación es factible debido a que se desarrolló en un entorno clínico real como lo es la UCIN, donde el uso del CPAP nasal constituye una práctica cotidiana en el manejo de RN con SDR. La disponibilidad del personal de enfermería, así como el acceso a los pacientes RN que requieren este tipo de soporte respiratorio, permiten la recolección de datos de manera directa y confiable.

Finalmente implementar una intervención educativa basada en la teoría de Patricia Benner no solo contribuiría al desarrollo de habilidades clínicas de los enfermeros, sino también al establecimiento de una cultura organizacional centrada en la mejora de la calidad del cuidado. En la medida en que los enfermeros alcanzan niveles de mayor experticia, pueden ofrecer un cuidado más efectivo y seguro, lo que, a su vez, impacta positivamente en los resultados de salud de los RN.

PARTE EXPERIMENTAL

El estudio fue de tipo longitudinal, ya que se observaron los cambios a lo largo de la intervención educativa y se recopilaron datos de la misma población en dos momentos distintos: pretest y postest. Asimismo, fue observacional, dado que se acudió al Hospital para presenciar el proceso de colocación del CPAP nasal utilizando un check list.

El enfoque mixto se aplicó mediante la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, con el fin de obtener una comprensión amplia y profunda sobre la influencia de la intervención educativa en la atención de los RN sometidos a CPAP nasal, así como del avance de los enfermeros en su proceso de adquisición de habilidades y conocimientos.

Finalmente, se trató de un diseño cuasiexperimental, ya que se midió la efectividad de la intervención educativa a través de la aplicación del pretest y postest.

La población elegida fue personal de enfermería en la UCIN de un Hospital de Segundo Nivel de Pachuca de Soto, Hidalgo; con una población de 44 enfermeros (as).
Muestreo no probabilístico por disposición de la muestra, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión; n=13.

Instrumento

El instrumento de recopilación de datos fue (EIERNPPCVA). Este cuestionario se basó en la Guía Clínica de CPAP nasal de la Asociación Mexicana de Pediatría y el Manual de Procedimientos Pediátricos, el cual tiene por nombre Cuestionario para identificar los cuidados de enfermería en los RN con apoyo ventilatorio CPAP nasal, el cual consta de 59 ítems y se divide en dos secciones. La primera sección recopila datos sociodemográficos del personal, como edad, nivel educativo, sexo, estado civil, antigüedad en el trabajo, experiencia en el servicio y tipo de contrato. La segunda sección se enfoca en el conocimiento y las habilidades relacionadas con la instalación del CPAP nasal, el proceso de aspiración de secreciones y el procedimiento de sujeción; con medición

dicotómica entre Sí y No como opciones de respuestas; la consistencia interna del instrumento se evaluó utilizando el coeficiente de Alpha de Cronbach, que arrojó un valor de 0.78.

Recolección de datos
Para la aplicación del instrumento se solicitó la autorización al área directiva del Hospital de Segundo Nivel, así como al área de enseñanza y el Comité de Bioética de la institución donde se llevó a cabo la intervención.

Una vez obtenida la autorización del Comité de Bioética de la institución, se procedió a solicitar la participación del personal de enfermería adscrito a la UCIN en los diferentes turnos. Para ello, se presentó el consentimiento informado, en el cual se expusieron los objetivos del trabajo de investigación, invitando al personal a participar de manera libre y voluntaria en el estudio.

En el programa de intervención educativa estuvo conformado por 13 enfermeras, 4 turno matutino, 4 turno vespertino y 5 del nocturno A-B. El programa de intervención educativa estuvo conformado por 4 sesiones educativas con una duración de 30 minutos cada una aproximadamente.
Los temas que conformaron la intervención educativa fueron los siguientes:

- Sesión I: Fundamentación del uso y tipos de CPAP nasal.
- Sesión II: Procedimiento de la Colocación de CPAP nasal en RN en la UCIN.
- Sesión III: Cuidado de la piel y prevención de lesiones en RN con CPAP nasal.
- Sesión IV: Manejo y cuidados durante el uso y destete del CPAP nasal

Al finalizar la intervención educativa y una vez teniendo el reporte del postest se entregó el informe al departamento de enfermería, además de información en trípticos que sirva como referencia para la atención de enfermería en este tipo de pacientes, con la finalidad de unificar los criterios, el conocimiento que fundamente la mejor práctica del profesional médico y de enfermería.

RESULTADOS

Características sociodemográficas del personal de enfermería

Se encuestó a un total de 13 profesionales de enfermería que laboran en la UCIN del Hospital de Segundo Nivel. A continuación, se describen sus características sociodemográficas:

TABLA 1

Variables	Frecuencia	n (%)
Sexo Femenino	13	100
Sexo Masculino	0	0
Edad 24-29	7	53.8
Edad 30-34	3	23.1
Edad 35-40	3	23.1
Turno Matutino	4	30.8
Turno Vespertino	4	30.8
Turno Nocturno A	3	23.1
Turno Nocturno B	2	15.4
Servicio 1 año	6	46.2
Servicio 2 año	2	15.4
Servicio 3 año	1	7.7
Servicio 5 año	1	7.7
Servicio 10 año	1	7.7

Servicio 11 año	1	7.7
Servicio 17 año	1	7.7
Total	*13*	*100.0*

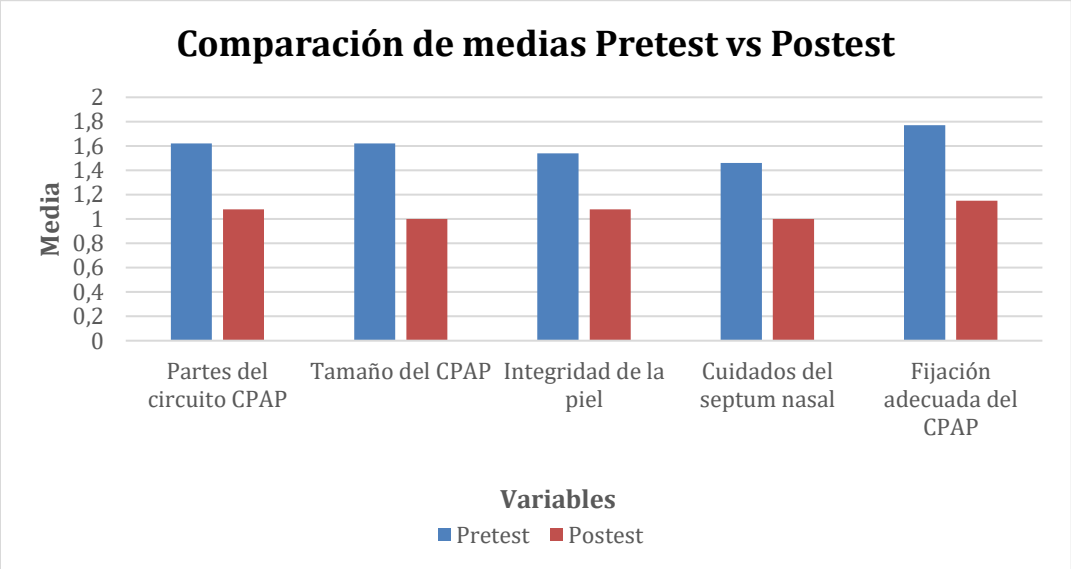
Fuente: Cuestionario para identificar los cuidados de enfermería en los RN con apoyo ventilatorio CPAP nasal. n=13

Con el fin de analizar la efectividad de la intervención educativa, se aplicó una prueba t de Student para muestras relacionadas comparando las respuestas del personal de enfermería antes y después de la intervención educativa. Se evaluaron diversos ítems relacionados con el uso del CPAP nasal en RN.

Se estableció un intervalo de confianza del 95%y un nivel de significancia de p <0.05, mostrando mejoras significativas en la mayoría de los ítems evaluados, en total se analizaron 55 pares de variables relacionadas con conocimientos y prácticas de enfermería en el manejo del CPAP nasal. De estos, 33 pares permitieron el cálculo de la prueba estadística, mientras que 22 pares no pudieron ser analizados, debido a que presentaron desviación estándar igual a cero, lo cual indica que todos los participantes obtuvieron la misma respuesta en ambas mediciones. De los 33 pares analizados, 32 presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), lo que evidencia cambios positivos posteriores a la intervención educativa. Únicamente un indicador no mostró diferencia significativa ($p = 0.082$), correspondiente al cuidado respiratorio mínimo cada tres horas. Esto evidencia que la intervención educativa tuvo un impacto positivo en el conocimiento y desempeño del personal de enfermería de la UCIN.

En respuesta a los objetivos específicos, se presentan a continuación las tablas que muestran la comparación de los resultados obtenidos del antes y después de la intervención educativa aplicada al personal de enfermería de la UCIN.

Gráfica 1. Comparación de medias Pretest Vs Postest



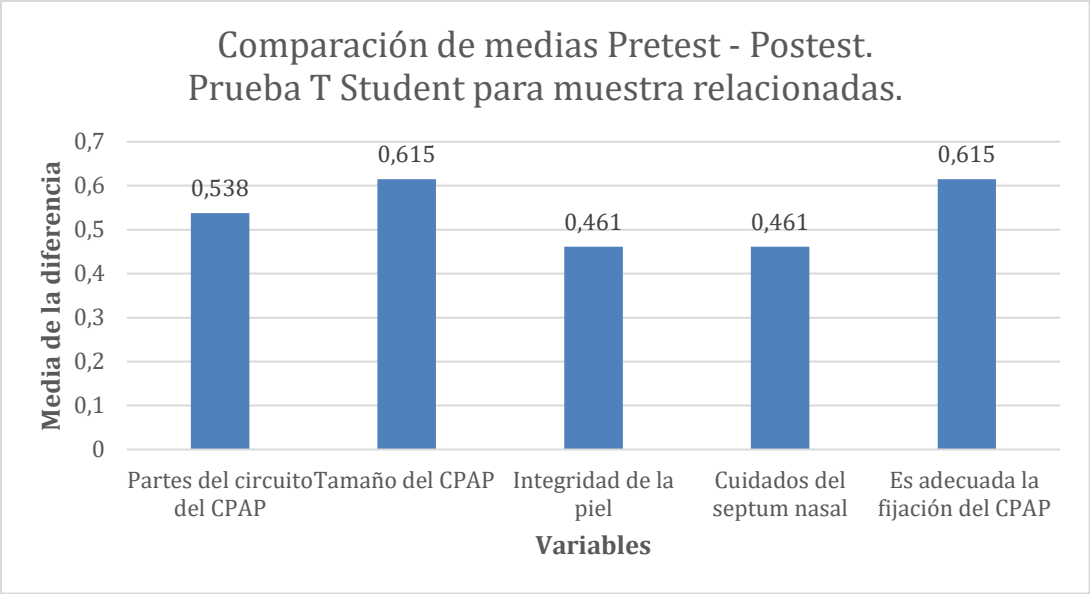
Fuente: Cuestionario para identificar los cuidados de enfermería en los RN con apoyo ventilatorio CPAP nasal. n=13

El gráfico muestra la comparación de las medias obtenidas en el pretest y el postest en cinco variables relacionadas con el manejo del CPAP nasal por parte del personal de enfermería. En todas las variables evaluadas se observa que las medias del postest son menores que las del pretest, lo que indica una mejoría en el conocimiento y en las prácticas clínicas después de la intervención

educativa. Esto ocurre porque el instrumento fue codificado de manera que valores más cercanos a 1 representan respuestas si cumple, mientras que valores mayores indican respuestas que no cumplen.

En conjunto, los resultados del gráfico sugieren que la intervención educativa tuvo un efecto positivo en el fortalecimiento de las competencias del personal de enfermería en el manejo del CPAP nasal en neonatos.

Gráfica 2. Pruba t Student para muestras relacionadas



Fuente: Cuestionario para identificar los cuidados de enfermería en los RN con apoyo ventilatorio CPAP nasal. n=13

El gráfico presenta la comparación de las medias de la diferencia entre el pretest y el postest en cinco variables relacionadas con el manejo del CPAP nasal, utilizando la prueba t de Student para muestras relacionadas. Los resultados muestran que todas las variables presentan diferencias positivas entre ambas mediciones, lo que indica que existió un cambio en el conocimiento y las prácticas del personal de enfermería después de la intervención educativa.

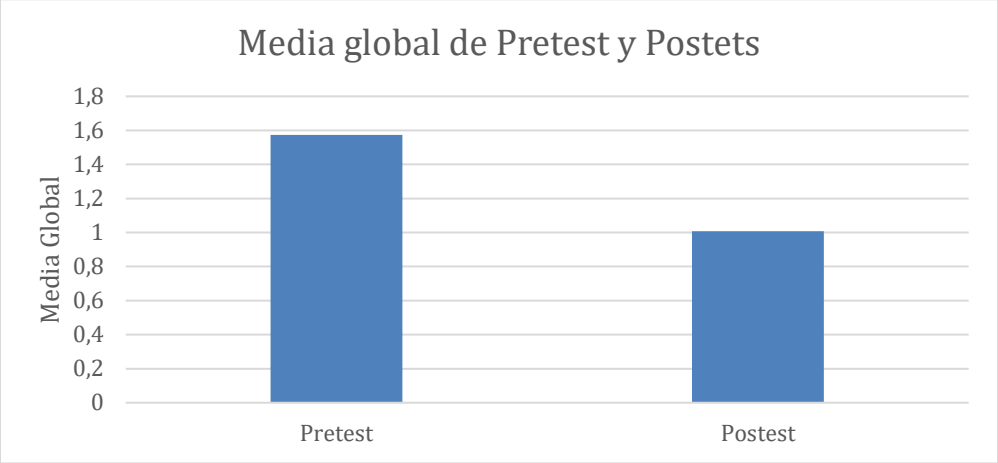
Las mayores diferencias de medias se observaron en las variables tamaño del CPAP y fijación adecuada del CPAP, ambas con un valor de 0.615, lo que sugiere que estas áreas presentaron una mayor mejora después de la capacitación.

Por otro lado, las variables integridad de la piel y cuidados del septum nasal registraron una diferencia media de 0.461, reflejando también un avance en el conocimiento y manejo clínico, aunque con un cambio ligeramente menor en comparación con las anteriores.

Finalmente, la variable partes del circuito del CPAP presentó una diferencia media de 0.538, evidenciando una mejora importante en la identificación y comprensión de los componentes del sistema.

En conjunto, estos resultados indican que la intervención educativa aplicada al personal de enfermería tuvo un impacto positivo, fortaleciendo el conocimiento y la correcta aplicación de los cuidados relacionados con el uso del CPAP nasal en neonatos. Las diferencias observadas respaldan la efectividad de la capacitación para mejorar la calidad de la atención neonatal y reducir posibles complicaciones asociadas al manejo del dispositivo.

Gráfica 3. Media Global de Pretest y Postest



Fuente: Cuestionario para identificar los cuidados de enfermería en los RN con apoyo ventilatorio CPAP nasal. n=13

La gráfica muestra la comparación del promedio global del pretest y postest en la evaluación del cumplimiento de los cuidados del CPAP nasal de burbuja. Se observa que el promedio del pretest (1.57) es mayor en comparación con el promedio del postest (1.01), lo que indica una mejora en los resultados tras la intervención. Esta disminución en la media sugiere un mayor cumplimiento de los criterios evaluados en el postest.

CONCLUSIONES

Desde la perspectiva de la Teoría de Patricia Benner (“Del principiante al experto”), el proceso educativo permitió que las enfermeras avanzaran en el desarrollo de sus competencias profesionales, pasando de la aplicación mecánica de procedimientos hacia una comprensión integral y crítica del cuidado, donde la toma de decisiones se basa en la experiencia, la evidencia científica y la valoración holística del RN.

El impacto positivo de la intervención confirma que la formación continua y contextualizada promueve la seguridad del RN, eleva la calidad asistencial y contribuye al crecimiento profesional del personal de enfermería. Asimismo, este estudio reafirma que la teoría de Patricia Benner constituye para sustentar procesos educativos y de mejora continua, al reconocer la experiencia como un componente esencial para alcanzar la excelencia en la práctica clínica.

Finalmente, como proyección para fortalecer la sostenibilidad de los resultados obtenidos, se propone realizar una evaluación de seguimiento a los seis meses posteriores a la intervención educativa, con el objetivo de valorar la permanencia del conocimiento adquirido y la aplicación continua de las prácticas correctas en el manejo del CPAP nasal. Este seguimiento permitiría determinar si las competencias desarrolladas se mantienen en el tiempo o si es necesario implementar nuevas estrategias de capacitación o refuerzo educativo. Asimismo, una evaluación a mediano plazo contribuiría a consolidar una cultura institucional de educación continua y mejora permanente de la calidad del cuidado neonatal, garantizando que las buenas prácticas en el manejo del CPAP nasal se mantengan de forma sostenida dentro de la UCIN.

El desarrollo de este proyecto permitió demostrar que la implementación de un programa educativo estructurado dirigido al personal de enfermería generó cambios significativos en el nivel de conocimiento y desempeño profesional en el manejo del CPAP nasal en RN hospitalizados en la UCIN. La comparación de los resultados obtenidos antes y después de la intervención educativa evidenció una mejoría estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en la mayoría de los ítems evaluados,

lo cual confirma que la capacitación favoreció el desarrollo de competencias técnicas, reflexivas y clínicas en el personal participante. Estos resultados reflejan que la educación continua constituye una estrategia eficaz para mejorar la calidad del cuidado del RN, estandarizar procedimientos y reducir complicaciones derivadas del uso inadecuado del CPAP nasal, como las lesiones cutáneas, la distensión abdominal o la alteración de la oxigenación.

BIBLIOGRAFÍA

1. August, D., Hall, S., Marsh, N., & Coyer, F. (2024). A scoping review and narrative synthesis of neonatal skin injury severity scales. Nursing in Critical Care. https://doi.org/10.1111/nicc.13019
2. Balasubramanian, H., Sakharkar, S., Majarikar, S., Srinivasan, L., Kabra, N. S., Garg, B., & Ahmed, J. (2022). Efficacy and safety of two different flow rates of nasal high-flow therapy in preterm neonates ≥ 28 weeks of gestation: a randomized controlled trial. American Journal of Perinatology, 39(15), 1693-1701. https://doi.org/10.1055/s-0041-1739402
3. Casas Villate, M. P. (2012). Uso de ventilación no invasiva con presión positiva nasal intermitente como modo de soporte respiratorio en recién nacidos pretérmino con síndrome de dificultad respiratoria y/o apnea de la prematurez con edades gestacionales entre 26 y 34 semanas con pesos entre 600 y 1500 gramos en el Instituto Materno Infantil: Estudio observacional prospectivo.
4. Chen, I. L., & Chen, H. L. (2022). Impact of illness severity and interventions on successful weaning from nasal CPAP in very preterm neonates: An observational study. Children, 9(5), 673. https://doi.org/10.3390/children9050673
5. Chonillo, G. J. C., Zambrano, J. S. L., Bernita, E. I. D., & Lucas, C. W. F. (2021). Efecto del CPAPN en la membrana hialina. Dominio de las Ciencias, 7(1), 383–394.
6. Dada, S., Ashworth, H., Sobitschka, A., Raguveer, V., Sharma, R., Hamilton, R. L., & Burke, T. (2021). Experiences with implementation of continuous positive airway pressure for neonates and infants in low-resource settings: A scoping review. PloS one, 16(6), e0252718. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252718
7. Dumer, N. (2024). Implementation of a CPAP bundle for standardization of care and skin protection. [Tesis de maestría, Universidad de X].
8. Falk, M., Gunnarsdottir, K., Baldursdottir, S., Donaldsson, S., Jonsson, B., & Drevhammar, T. (2021). Interface leakage during neonatal CPAP treatment: A randomised, cross-over trial. Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition, 106(6), 663-667. https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320479
9. Fatima, K., Hamid, M., Jamshid, A., & Wasim, A. (2024). Outcomes of nasal continuous positive airway pressure in neonates with respiratory distress. Pakistan Journal of Medical Sciences, 40(2), 317–322. https://doi.org/10.12669/pjms.40.2.8753
10. Fundasamin. (s.f.). El ABC del cuidado de enfermería en los bebés prematuros extremos: CPAP nasal bajo agua o de burbuja. https://www.fundasamin.org.ar/archivos/EL%20ABC%20del%20cuidado%20-%20Porto.pdf
11. Giouleka, S., Gkiouleka, M., Tsakiridis, I., Daniilidou, A., Mamopoulos, A., Athanasiadis, A., & Dagklis, T. (2023). Diagnosis and management of neonatal hypoglycemia: A comprehensive review of guidelines. Children, 10(7), 1220. https://doi.org/10.3390/children10071220
12. Gobierno de México. (s.f.). Recomendaciones para el uso de CPAP nasal temprano y surfactante selectivo en recién nacidas/os prematuras/os. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/242372/web_AlgoritmoCPAPsurfactante_tarjeta.pdf
13. Hameed Helal, A. J., Mohammed, Z. J., & Aziz, A. R. (2022). Evaluation of nurses' practice about neonatal continuous positive airway pressure (CPAP) nasal injuries at neonatal intensive care unit. Mosul Journal of Nursing, 10(3), 167-173. https://doi.org/10.33899/mjn.2022.175871
14. Harding, J. E., Alsweiler, J. M., Edwards, T. E., & McKinlay, C. J. D. (2024). Neonatal hypoglycaemia. Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition, 109, F266–F272. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11015200/
15. Hernández-Pérez, R., Hernández-Núñez, A., Molina-Borges, M., Hernández-Sánchez, Y., & Señán-Hernández, N. (2020). Evaluación del desempeño profesional de enfermeros

asistenciales bajo la teoría de Patricia Benner. Revista Cubana de Enfermería, 36(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192020000400013
16. Johns Hopkins All Children's Hospital. (2025, enero 7). Parenteral Nutrition for the Preterm Neonate: Clinical Pathway. https://www.hopkinsmedicine.org/-/media/files/allchildrens/clinical-pathways/nicu_tpn-clinical-pathway-final_1_7_2025.pdf
17. Kinshella, M. L. W., Walker, C. R., Hiwa, T., Vidler, M., Nyondo-Mipando, A. L., Dube, Q., ... & Kawaza, K. (2020). Barriers and facilitators to implementing bubble CPAP to improve neonatal health in sub-Saharan Africa: A systematic review. Public Health Reviews, 41, 1-16. https://doi.org/10.1186/s40985-020-00126-4
18. Madariaga, M. I., & Acosta, J. A. S. (2025). Enfermedades respiratorias por inhalación aguda de gases tóxicos. Escuela de Posgrado Víctor Alzamora Castro.
19. Mohamed, M., Noaman, A., Nour, I., & Abdel-Hady, H. (2023). Impact of a nursing intervention bundle of care on nasal-CPAP-related nasal injuries in preterm infants: A quality improvement initiative. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 11(B), 592-598. https://doi.org/10.3889/oamjms.2023.11362
20. Montalvo, J. C. Z., & Caballero, A. L. P. (2023). Evaluación de la eficacia de los cuidados de enfermería en el tratamiento de CPAP nasal neonatal en un hospital de segundo nivel. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(5), 7688-7706. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8965
21. Morales, M. (2016). Ventilación no invasiva. Sociedad Argentina de Pediatría. https://www.sap.org.ar/docs/Congresos2016/2016Mes6%20Neonatologia/Dia%202%20Jue/Morales_Ventilacion%20No%20Invasiva.pdf
22. Mora Morillo, I. M., Avilés Avilés, J. M., Muñoz Castelló, A., Balaguer López, E., Ferrera Fernández, M. Á., García Molina, P., Messi Pi, S., Serrano Gutiérrez, A., Díaz Cereceda, M. J., Gracia Atienza, M. C., Ibarra Gil, E., Gil Hermoso, M. R., Oliveira Madureira Gil, M., Machado Silva, M. J., Cangueiro Ferreira, A. C., Bargos Munárriz, M., Gómez Esteban, C., Clavero González, C., Pérez San Juan, M. E., … Grupo Científico Upppediatria. (2021). Prevención de lesiones por presión en neonatos: Documento de consenso sobre cuidados preventivos en lesiones por presión (Serie de Documentos de Consenso de la Sociedad Española de Enfermería Neonatal y Grupo Científico Upppediatria). Sociedad Española de Enfermería Neonatal. https://www.upppediatria.org
23. Moyer, L. B., Lauderbaugh, D. L., Worten, K., Carter, C., Holub, P., Manrique, R. A. S., ... & Glenn, L. (2022). High-stage device-related pressure injury reduction in a neonatal intensive care unit: A quality improvement project. Pediatric Quality & Safety, 7(3), e554. https://doi.org/10.1097/pq9.0000000000000554
24. Nabwera, H. M., Wright, J. L., Patil, M., Dickinson, F., Godia, P., Maua, J., ... & Mathai, M. (2020). 'Sometimes you are forced to play God…': A qualitative study of healthcare worker experiences of using continuous positive airway pressure in newborn care in Kenya. BMJ Open, 10(8), e034668. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-034668
25. Nie, A. M., Johnson, D., & Reed, R. C. (2022). Neonatal skin structure: Pressure injury staging challenges. Advances in Skin & Wound Care, 35(3), 149-154. https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000820750.47322.39
26. Parappil, H., Gaffari, M., Paramban, R., Rijims, M., Skaria, S., & Ahmed, S. N. (2022). Management of hyperglycemia in the neonatal unit: A practical approach to diagnosis and management. Journal of Clinical Neonatology, 11(1), 38–44. https://journals.lww.com/jocn/fulltext/2022/11010/management_of_hyperglycemia_in_the_neonatal_unit_.7.aspx
27. Pascual, A., & Wielenga, J. M. (2023). Nasal pressure injuries among newborns caused by nasal CPAP: An incidence study. Journal of Neonatal Nursing, 29(3), 477-481. https://doi.org/10.1016/j.jnn.2022.07.001
28. Revista Enfermería Global. (2010). Tecnología secundaria en el tratamiento del recién nacido prematuro (cuidados de enfermería en el uso del CPAP nasal). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412010000300011
29. Rüegger, C. M., Owen, L. S., & Davis, P. G. (2021). Nasal intermittent positive pressure ventilation for neonatal respiratory distress syndrome. Clinics in Perinatology, 48(4), 725-744. https://doi.org/10.1016/j.clp.2021.08.003

30. Siti Nur Ngaisah, S. N. N., & Yeni Rustinah, Y. R. (2021). Hydrocolloids reduce nasal injuries in infants receiving CPAP: A systematic review. Jurnal Ners & Kebidanan Indonesia (Indonesian Journal of Nursing & Midwifery), 9(4), 263-272. https://doi.org/10.21927/jnki.2021.9(4).263-272
31. UCSF Northern California Neonatology Consortium (NCNC). (2023, octubre 12). Screening & Management of Hypoglycemia in Late Preterm and Term Infants (≥34 semanas GA). https://medconnection.ucsfbenioffchildrens.org/news/screening-and-management-of-hypoglycemia-in-late-preterm-and-term-infants-greater-than-or-equal-to-34-weeks-ga
32. UNICEF. (s.f.). Guía para el uso de CPAP. https://www.unicef.org/paraguay/media/2061/file/guia-cpap.pdf
33. Yang, J., Mei, H., Wang, X., & Zhang, J. (2024). Efficacy and safety of noninvasive ventilation strategies in neonatal respiratory distress syndrome: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Pediatrics, 12, 1435518. https://doi.org/10.3389/fped.2024.1435518

IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES EN LA DETECCIÓN DE ALTERACIONES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS DEL PIE POR MEDIO DE MAPAS DE PRESIÓN PLANTAR

Andrés Emiliano Macías Vázquez[1], Israel Miguel Andrés[1], Jorge Armando Ramos Frutos[1], Diego Oliva[1], Roberto Abdiel Sánchez Negrete[1]

[1]Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), [2] Universidad de Guadalajara.

amacias.estudiantepicyt@ciatec.mx

RESUMEN

La detección errónea o tardía de alteraciones músculo-esqueléticas en el pie en personas adultas puede llegar a provocar lesiones o daños irreversibles. El proceso de detección se realiza regularmente de manera manual por un experto en la salud (principalmente un ortopedista). Se ha propuesto el uso de técnicas de inteligencia artificial como herramienta para la detección de las alteraciones de manera automática y eficiente. El objetivo de este estudio es comparar y encontrar el modelo más efectivo entre cinco diferentes algoritmos de redes neuronales convolucionales (CNN) para la detección y clasificación de alteraciones músculo-esqueléticas por medio de los mapas de presión plantar. Se contó con un grupo de control de 375 participantes de nacionalidad mexicana, tanto masculinos como femeninos, en un rango entre 15 y 58 años. Estos se encuentran en uno de los siguientes tres tipos de pie: pie plano, pie normal y pie cavo. Fueron excluidas personas con amputación parcial y/o malformaciones severas en uno o los dos pies. Se hizo uso del índice de Chippaux-Smirak en las imágenes de huella plantar para detectar el tipo de pie que presentan, y en base al resultado se clasificaron los mapas de presión plantar de cada pie, obteniendo 750 en total. Se utilizó la metodología de separación de datos 80/20 (80% entrenamiento y 20% validación). Para la evaluación de los algoritmos de CNN se seleccionaron las arquitecturas “Visual Geometry Group” (VGG-19 y VGG-16), DenseNet-201, ResNet-50 y MobileNetV2, además de emplearse técnicas de aumento de datos y extracción de características para mejorar los valores obtenidos. Se realizaron pruebas de 50 épocas en cada algoritmo mencionado, para posteriormente realizar un promedio de los resultados. Los resultados más altos presentados se encontraron en el algoritmo VGG-19, con 79.33% de exactitud y 81.63% de precisión. Este estudio busca continuar la investigación en el uso de técnicas de inteligencia artificial como herramienta auxiliar complementaria para expertos en la salud en el ámbito de la biomecánica.

INTRODUCCIÓN

Si las deformaciones o alteraciones en los pies no son tratadas a tiempo, pueden generar lesiones en su estructura u otras partes del cuerpo como la columna, la cadera, las rodillas, los tobillos, etc. [1]. Normalmente se realiza un análisis ortésico conocido como baropodometría para poder detectar las alteraciones músculo-esqueléticas en el pie [2], del cual se obtiene los datos de presión plantar por medio de una huella plantar y un mapa de presión plantar. Este proceso es realizado normalmente de manera manual por un ortopedista, el cual al obtener la presión plantar interpreta los resultados e identifica si se presenta algún tipo de alteración músculo-esquelética. Este proceso puede llegar a presentar complicaciones, ya sea por la complejidad de los datos obtenidos, el tiempo de interpretación, el índice utilizado, entre otros.

El aprendizaje automático es parte de la inteligencia artificial, siendo un método para desarrollar sistemas computacionales capaces de tomar decisiones mejorar de forma automática por experiencia. Son utilizados para mejorar y automatizar procesos de cualquier tipo que permitan el uso de un sistema computacional. Dentro de este se encuentran las redes neuronales, las cuales permiten realizar procesos más complejos y que necesitan mayor exactitud. Existen diferentes tipos

de redes neuronales dependiendo de lo que se pretenda analizar y clasificar, en este caso escogiéndose las redes neuronales convolucionales.

En el caso de la detección de alteraciones músculo-esqueléticas, el proceso puede ser automatizado por medio de estas para brindarle una herramienta al ortopedista que permita tanto el ahorro de tiempo como el aumento de precisión, además de permitir la detección temprana de las alteraciones con el objetivo de ayudar tanto al ortopedista para poder tratarlas más rápido como al paciente evitándole posibles lesiones a causa de estas. Por lo cual se realizará la comparación entre diferentes arquitecturas de redes neuronales convolucionales, y la aplicación de técnicas estadísticas, para determinar la que brinde mejor apoyo a la toma de decisiones del ortopedista. Se tiene como objetivo encontrar la arquitectura más indicada para procesar y clasificar el pie cavo, sano y plano a través de CNN y mapas de presión plantar.

TEORÍA

Dentro de las alteraciones músculo-esqueléticas del pie, este estudio se centró en dos de las más vigentes en la población mexicana: pie plano y pie cavo. En el caso del pie plano, se presenta cuando hay una disminución del arco longitudinal medial y una desviación lateral del talón, el cual provoca que la marcha no sea normal y se presenten dolores al caminar. El pie cavo se presenta cuando hay un aumento en la altitud y amplitud del arco longitudinal medial, provocando que el retropié esté más cercando del antepié, lo que provoca deformidades de garra en los dedos y una retracción del complejo plantar. Para obtener el tipo de alteración de manera manual, se utilizó el índice de Chippaux-Smirak [3], el cual utiliza la parte más corta del mediopié y la divide entre la parte más ancha del antepié. Se ha podido observar que este índice unidimensional es el que mejores resultados presenta, en comparación a similares como Staheli y Clarke (González-Martin Cristina et al., 2017; Paecharoen et al., 2023). También serán integrados pies considerados como “sanos” por el índice mencionado.

Para poder analizar y clasificar la base de datos, se seleccionaron las redes neuronales. Las redes neuronales están divididas en tres etapas: capa de entrada de datos, procesamiento entre capas ocultas y capa de salida (Han et al., 2018). Las redes neuronales cuentan con tres categorías de datos: datos de entrada, parámetros e hiperparámetros. Los primeros son los ingresados por el usuario, los segundos son parte del método seleccionado y se ajustan dependiendo de lo que reciban, y los últimos, son variables de configuración ajustados manualmente.

Es necesario escoger la arquitectura de red neuronal que más se ajuste al proyecto que se está realizando, ya que cada una tiene herramientas y especificaciones diferentes, como la utilización de imágenes o datos numéricos como entrada, contar con retroalimentación, entre otros. La arquitectura que se utilizó fue redes neuronales convolucionales (CNN). Las redes convolucionales reciben como dato de entrada una imagen, y dan como salida la clasificación de esta. Se divide en tres tipos de capas diferentes: entrada, capas ocultas intermedias y salida [7]. En la Figura 1. se puede observar una representación gráfica de una red neuronal convolucional y el proceso que realiza.

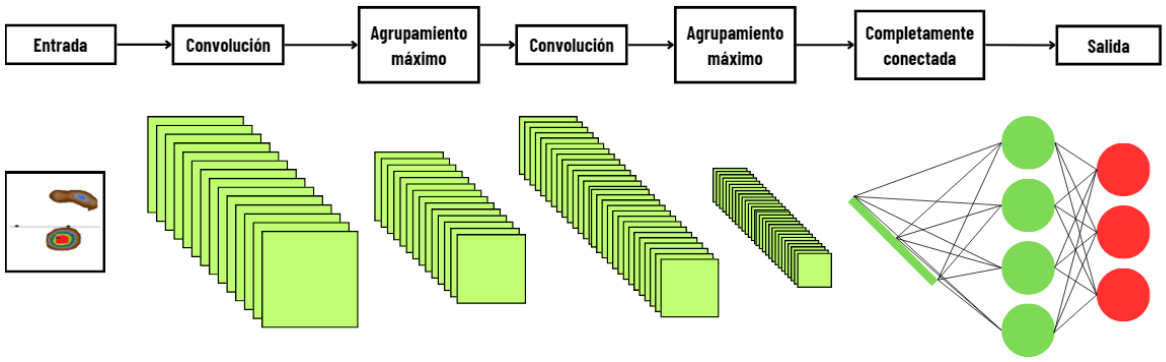


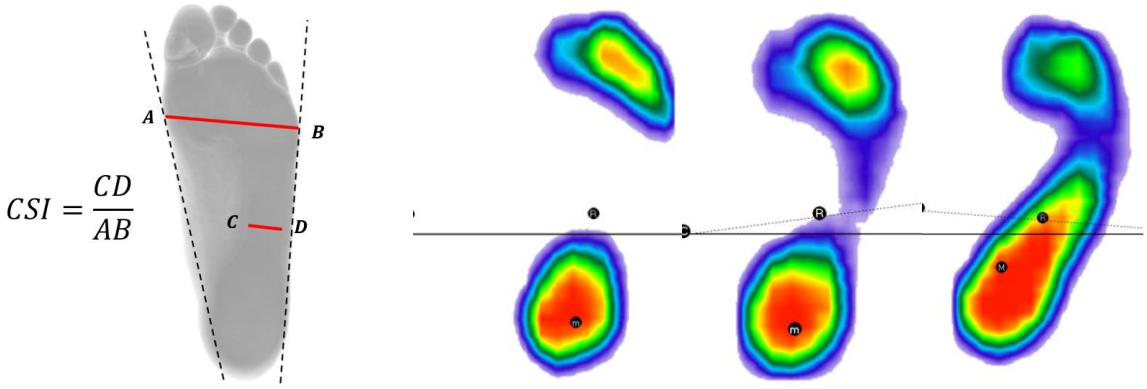
Figura 1: Representación gráfica de las redes neuronales convolucionales.

PARTE EXPERIMENTAL

Para el estudio se definió un grupo de control conformado por pacientes, tanto masculinos como femeninos, que estuvieron dentro de un rango de edad entre los 15 y 58 años. Los pacientes seleccionados contaban con uno de tres diferentes tipos de pie: pie cavo, sano y plano. Personas con amputación parcial del pie y/o malformaciones severas fueron excluidos. Los datos fueron obtenidos de la base de datos del laboratorio nacional en Biomecánica del cuerpo humano del Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC). Los datos fueron recolectados por medio del servicio de baropodometría que ofrece el laboratorio de 2017 a 2025. En total 375 pacientes participaron, obteniendo un total de 750 pies. Se hizo uso del índice de Chippaux-Smirak para poder clasificar el tipo de pie del paciente dentro de los mencionados. Se realizó la medida en base de huella plantar, obtenida por medio del equipo “Podoscan”. Al utilizar la fórmula propuesta por Chippaux-Smirak, si el valor obtenido fue menor a 0.25 se registró un pie cavo, entre 0.25 y 0.45 pie sano y mayor un pie plano. Dependiendo del resultado el mapa de presión plantar del pie es clasificado y acomodado por clase. En la tabla 1 se puede observar la cantidad de mapas de presión plantar obtenidas por cada pie. Se puede observar que el número de mapas de presión de pie cavo y sano fueron iguales (289), mientras el pie plano cuenta con dos terceras partes de estos (172). En la figura 2.A se puede observar cómo se realiza la medición del pie y se aplica el índice Chippaux-Smirak. En las figuras 2.B, 2.C y 2.D. podemos observar ejemplos de mapas de presión plantar obtenidos de pie cavo, pie sano y pie plano respectivamente.

Tabla 1:Cantidad de mapas de presión plantar por tipo de pie

Género	Tipo de pie			
	Pie Cavo	Pie Sano	Pie Plano	Total
Mujer	146	144	36	326
Hombre	143	145	136	424
Total	289	289	172	750



A B C D

Figura 2: A) Índice Chippaux-Smirak, B) Mapa de presión plantar de pie cavo, C) Mapa de presión plantar de pie sano, D) Mapa de presión plantar de pie plano

Después de la clasificación de los datos, se hizo la separación por medio de la metodología 80/20; el 80% de los datos fueron utilizados como entrenamiento para preparar al algoritmo, mientras que el 20% se utilizó para validar los resultados obtenidos. Al tenerse preparadas las metodologías se procedió a realizar y probar el algoritmo para diferentes arquitecturas de redes neuronales. Las arquitecturas utilizadas fueron DenseNet-201, MobileNet V2, ResNet-50, VGG-16 y VGG-19. Adicionalmente, se emplearon técnicas estadísticas para procesar las imágenes como lo son Data Augmentation, Feature Extraction y Fine Tuning.

RESULTADOS

En la tabla 2 se observan los resultados de las pruebas realizadas. Se realizaron 100 épocas por arquitectura y se promedió el resultado de cuatro métricas de evaluación diferentes: exactitud, precisión, sensibilidad y F1-Score. Se puede observar que la arquitectura que mejor exactitud presentó fue VGG-19, obteniendo un 79.33%. En las demás métricas obtuvo 81.63% de precisión (la mayor de todas las arquitecturas), 70.53% de sensibilidad y 75.01% de F1-Score. Aunque se puede observar que fue la que tuvo mayor exactitud y precisión, la diferencia entre precisión y sensibilidad fue de mayor de 11%, teniendo que tomar en cuenta para futuros estudios. En la figura 3.A. puede observarse la gráfica de la exactitud obtenida en 100 épocas de VGG-19, donde se puede observar una estabilidad en los datos desde la época40, manteniéndose en un rango cercano. En la figura 3.B. se puede observar la exactitud obtenida en 100 épocas en la arquitectura VGG-16. En este caso se obtuvo una exactitud menor, teniendo un promedio de 73.87%. La arquitectura que menores resultados dio en las cuatro métricas fue Resnet-50, presentando 56.67% de exactitud, 50.43% de precisión, 15.47% de sensibilidad y 21.92% de F1-Score.

Tabla 2: Resultados obtenidos en Visual Geometry Group-19 (VGG-19) y arquitecturas del estado del arte

Clasificador	Exactitud	Precisión	Sensibilidad	F1-Score
VGG-19	0.7933	0.8163	0.7053	0.7501
VGG-16	0.7387	0.7726	0.6493	0.7032
DenseNet-201	0.7533	0.7591	0.7533	0.7562
MobileNetV2	0.7187	0.7227	0.7093	0.7159
ResNet-50	0.5667	0.5043	0.1547	0.2192

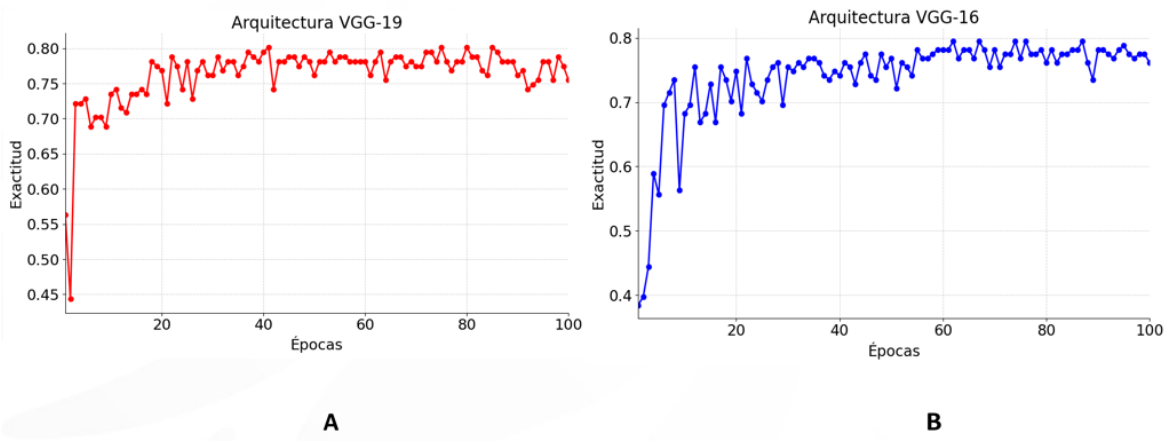


Figura 3: A) Gráfica de exactitud de validación con respecto a las épocas en VGG-19, B) Gráfica de exactitud de validación con respecto a las épocas en VGG-16

CONCLUSIONES

Se ha podido observar una mejoría en la estabilidad en los datos obtenido en 100 épocas, mientras que se deben que tomar en cuenta las métricas que muestran valores menores a los esperados. Uno de los puntos a tratar en futuros estudios es la aplicación de diferentes técnicas de aprendizaje automático fuera de las redes neuronales convolucionales, para conocer el comportamiento de la base de datos en diferentes escenarios. Se busca que este estudio sea una herramienta auxiliar complementaria para médicos, fisioterapeutas, etc., que les permita identificar las alteraciones músculo-esqueléticas del pie de manera temprana, lo cual brindará beneficios tanto a los especialistas como a los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. I. Miguel Andrés & J. J. Mayagoitia Vázquez, “Alteraciones músculo-esqueléticas del pie. En Biomecánica: Conceptos y aplicaciones”, *CIATEC*. 1a ed., pp. 122–127, 2021.
2. A. Hurtado Padilla. “Uso de la baropodometría”, Orthotips, 2(4), pp. 255–261. 2006.
3. A. Almaaw, “Flatfoot prevalence in Riyadh city Saudi Arabia and its association with obesity, using three footprint indices; Clark’s angle, Chippaux-Smirak index, and Staheli index”, *Orthopedics and Rheumatology Open Access Journal*, no. 15(2). 2019.
4. C. González Martin, P. Fernández, T. Seoane Pillado, B. Calviño, S. Pertega Diaz, V. Gil Guillen, “Variability between Clarke’s angle and Chippaux-Smirak index for the diagnosis of flat feet”, Colombia MÃ, 48, pp. 25–31. 2017.
5. S. Paecharoen, M. Arunakul, N. Tantivangphaisal, “Diagnostic Accuracy of Harris Imprint Index, Chippaux-Smirak Index, Staheli Index Compared With Talar-First Metatarsal Angle for Screening Arch of Foot”, Annals of Rehabilitation Medicine, 47(3), pp. 222–227. 2023.
6. S. Han, K. Kim, S. Kim, Y. Youn, “Artificial neural network: understanding the basic concepts without mathematics”, Dementia and Neurocognitive Disorders, 17(3), pp. 83. 2018.
7. R. Yamashita, M. Nishio, R. Do & K. Togashi, “Convolutional neural networks: an overview and application in radiology”, *Insights into Imaging,* no.. 9(4), pp. 611–629. 2018.

ANÁLISIS DE LA PRESIÓN PLANTAR EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO PERTENECIENTES A LA DISCIPLINA DE LEVANTAMIENTO DE PESAS, ORIENTADO A LA OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO FÍSICO Y TÉCNICO

Roberto Abdiel Sánchez Negrete, Luis Ángel Ortiz Lango, Israel Miguel Andrés, Lucía Medina Cruz, Juan Carlos García Valadez

Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas CIATEC
rsanchez@ciatec.mx

RESUMEN

El levantamiento de pesas o halterofilia es un deporte que se ha popularizado en los últimos años. Este deporte ha sido estudiado durante muchos años y es de amplio interés para los investigadores debido al elevado número de lesiones que presentan los deportistas en la región lumbar y determinadas desde la presión plantar. [1-2]. En esta disciplina existen dos movimientos principales, el arranque y el envión.

El arranque consiste en levantar la barra desde el suelo hasta por encima de la cabeza con una completa extensión de los brazos en una sentadilla, todo en un solo movimiento. El envión consiste en levantar la barra desde el suelo hasta los hombros en una sentadilla. Posteriormente, inicia la segunda fase realizando una flexión de las piernas empujando la barra por encima de la cabeza con una tijera al mismo tiempo.

El objetivo de este estudio fue analizar la presión plantar del atleta de alto rendimiento en levantamiento de pesas en estado estático, dinámico y en ejecución del gesto. En primera instancia se evaluó la presión plantar estática y dinámica del atleta en un ambiente sin carga, así como un examen posturográfico para evaluación del centro de carga y una digitalización de la planta de su pie. Posteriormente, se evaluó la presión plantar al hacer el gesto técnico del arranque y envión, en donde se utilizaron cargas de 15 kg (barra) en tres repeticiones, posteriormente, 35 kg en tres repeticiones, 45 kg en tres repeticiones, 55 kg en una repetición y 60 kg en una repetición, para ambas sesiones respectivamente

Para la prueba estática se encontró que el valor de carga entre antepié y retropié en el pie izquierdo indica una evidente hipercarga retropodálica (antepié 39%, retropié 61%), y a la derecha tiene los valores normales. En la prueba dinámica se encontró que la distribución lateral de la carga del pie izquierdo es de 59% en la parte externa y en la parte interna es de 41%, en el pie derecho la carga externa es de 67% y en la parte interna es de 33%. Los datos de presión plantar muestran un patrón de marcha asimétrico.

La presión plantar obtenida durante la ejecución del gesto técnico de arranque, se observa un estudio plantígrado dentro de la normalidad realizando los apoyos y distribución de cargas normales, manteniendo una distribución del 50% en cada pie. Esto ayuda a mantener la base de sustentación para el empuje de la barra cuando realiza el movimiento.

Se concluye que en este contexto, los resultados respaldan el uso del análisis de la presión plantar como una herramienta relevante para la evaluación y caracterización biomecánica del levantamiento de pesas de alto rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El levantamiento de pesas o halterofilia se ha popularizados en los últimos años. Este deporte ha sido de mucho interés para los investigadores y ha sido estudiado durante muchos años. Uno de los

principales propósitos por los que se estudia este deporte es por el elevado número de lesiones que presentan los deportistas en la región lumbar. Aunque se han desarrollado diferentes estudios sobre la biomecánica del levantamiento de pesas, todavía no queda claro la adecuada ejecución del gesto técnico deportivo de esta disciplina. El levantamiento de peso se puede lograr empleando diferentes técnicas. Cada técnica produce una cantidad particular de tensión en las vértebras de la columna. Los discos intervertebrales del adulto no poseen vasos sanguíneos, por lo que estos, se alimentan de sustancias nutritivas por difusión [1]–[3].

El levantamiento de pesas es una disciplina deportiva que para conseguir el máximo de resultados se requiere del perfeccionamiento técnico, del desarrollo de las capacidades físicas del atleta, sobre todo la fuerza, pero resalta que esa fuerza debe ser aplicada con precisión en los diferentes instantes que componen los movimientos. La estructura corporal (sistema músculo-esquelético) del ser humano no está diseñado para manipular grandes pesos, por lo que una mala ejecución de la técnica puede producir alguna lesión en el deportista. Dependiendo la orientación de las fibras, existen algunos músculos de fuerza y otros de velocidad. Los músculos que se insertan muy cerca de las articulaciones y las palancas óseas realizan la mayor parte de los movimientos, no son de fuerza sino de velocidad [4], [5].

El arranque consiste en levantar la barra desde el suelo hasta por encima de la cabeza con una completa extensión de los brazos en una sentadilla, todo en un solo movimiento. La barra se coloca horizontalmente delante de las piernas, se sujeta con las manos en pronación y es alzada en un solo movimiento desde la plataforma hasta la completa extensión de los brazos verticalmente sobre la cabeza. El ejercicio de envión consiste en levantar la barra desde el suelo hasta los hombros en una sentadilla. Posteriormente, se recupera en una posición de pie, para iniciar la segunda fase (segundo jalón), realizando una flexión de las piernas empujando la barra por encima de la cabeza con una tijera al mismo tiempo. Finalmente, se recupera colocando los pies en paralelo para poder descender la barra al suelo. En las competencias olímpicas del levantamiento de pesas, se presentan lesiones en los atletas en regiones como la muñeca, codos, los hombros y rodillas. El entrenador o fisioterapeuta debe ser capaz de determinar si la lesión está relacionada con el peso empleado en el programa de entrenamiento y si el programa puede ser modificado para prevenir lesiones [2]

Objetivo

Analizar la presión plantar del atleta de alto rendimiento en levantamiento de pesas en estado estático, dinámico y en ejecución del gesto.

TEORÍA

El presente articulo considera la descripción de los temas a continuación, para una mejor comprensión y entendimiento del desarrollo experimental realizado en el atleta de alto rendimiento en el deporte de halterofilia o levantamiento de pesas.

Abducción-aducción

Abducción: es el movimiento lateral del húmero que aleja la extremidad superior del tronco, se realiza en el plano frontal en torno al eje anteroposterior, y comienza en la posición neutral y concluye a los 180° verticales superiormente; sin embargo, a partir de los 90° la abducción aproxima el miembro superior al plano de simetría del cuerpo, convirtiéndose, en sentido estricto, en una aducción. Desde la posición anatómica pasa por tres estadios: a) de 0 a 60°, se efectúa únicamente con la articulación glenohumeral; b) de 60 a 120°, necesita la participación de la articulación escapulotorácica; y c) de 120 a 180°, que involucra a la articulación glenohumeral, escapulotorácica e inclinación del lado opuesto del tronco.

Aducción: es el movimiento medial del húmero en el plano frontal. Es el regreso a la posición neutral partiendo de la abducción. Los movimientos de aducción se llevan a cabo desde la posición anatómica, pero son mecánicamente imposibles por la presencia del tronco. La aducción no es factible si no se asocia con una extensión o flexión.

Flexión-extensión
Flexión: es el movimiento anterior del húmero, que se realiza en el plano sagital. Este movimiento resulta de la acción de la cintura escapular y la articulación glenohumeral. Partiendo de la posición neutral, en los primeros 120° tiene mayor actuación la articulación glenohumeral, los siguientes 60° se dan por una abducción y protracción escapular. Sin embargo, la participación suele ser simultánea y armoniosa entre las articulaciones glenohumeral, escapulotorácica y en menor grado la columna vertebral.

Extensión: es el movimiento del húmero en su parte posterior dentro del plano sagital. En la presencia de la flexión del codo hay mayor grado de extensión debido a la disminución de la tracción del bíceps braquial. Además, se produce una aducción escapular en el plano frontal y requiere la participación principalmente de la articulación glenohumeral, escapulotorácica y en menor medida de la columna vertebral.

PARTE EXPERIMENTAL

En primera instancia se evaluó la presión plantar estática y dinámica del atleta en un ambiente sin carga. Posteriormente, se evaluó la presión plantar al hacer el gesto técnico del arranque y envión, en donde se utilizaron cargas de 15 kg (barra) en tres repeticiones, posteriormente, 35 kg en tres repeticiones, 45 kg en tres repeticiones, 55 kg en una repetición y 60 kg en una repetición, para ambas sesiones respectivamente, como se muestra en la figura 1. El equipo utilizado para medir el movimiento fue el sistema de baropodometría SensorMedica y Tekscan. La atleta presenta una edad de 18 años, masa corporal de 50 kg y altura de 1.51 metros.



Figura 1: Gesto a evaluar

Abducción-aducción
Las pruebas fueron realizadas con el participante ubicado en el centro de la superficie en posición neutra como posición inicial y final. La velocidad de ejecución fue de 2 segundos registrándose con un metrónomo, comenzando a contar desde la posición inicial hasta la posición final. Antes de cada prueba los movimientos evaluados fueron explicados y ensayados para asegurarse que estuvieran claros y sincronizados con el tiempo. El participante realizó tres pruebas de movimiento bilateral de abducción-aducción de los brazos. Cada prueba consistió en diez ciclos realizados durante un período de 20 segundos estimulados usando un metrónomo. Se permitió descanso entre las pruebas para evitar la fatiga. Además, se recomendó al participante que realizara los movimientos de forma natural sin forzar las extremidades superiores.

Flexión-extensión
De manera similar al movimiento anterior, el participante realizó tres pruebas de movimiento bilateral de flexión-extensión de los brazos. Cada prueba consistió en diez ciclos realizados durante un período de 20 segundos estimulados usando un metrónomo. Se permitió descanso entre las pruebas para evitar la fatiga. Además, se recomendó al participante que realizara los movimientos de forma natural sin forzar las extremidades superiores.

RESULTADOS

La Figura 2 presenta la distribución de presión plantar de ambos pies en condiciones estáticas. El baricentro corporal (centro de presión) en el polígono de apoyo resulta descentrado, desplazado a la derecha y adelantado. Los centros de presión derecho e izquierdo no se encuentran alineados entre sí. El centro de presiones del pie izquierdo se encuentra retropuesto y el derecho adelantado.

El punto de máxima presión M está posicionado según la norma, en la parte retropodálica derecha, ver Figura 2. La distribución de la carga entre el pie izquierdo y el derecho evidencia una considerada hipercarga a la derecha (55% del peso global). El valor de carga entre antepié y retropié en el pie izquierdo indica una evidente hipercarga retropodálica (antepié 39%, retropié 61%), y a la derecha tiene los valores normales. La superficie de los dos pies son bastante similares entre sí (IZQ. = 54cm² - DER. = 59cm²). Entre ambos antepiés se encuentra una excesiva diferencia de superficie, mayor a la derecha; entre ambos retropiés se encuentra una leve diferencia de superficie, mayor a la izquierda.

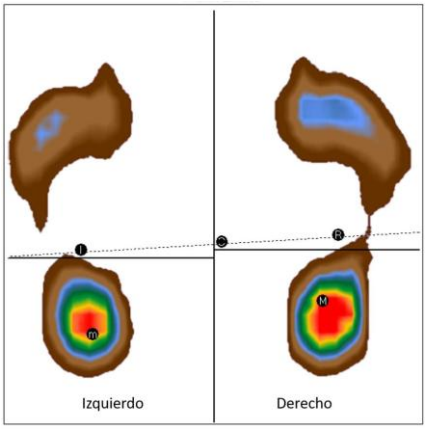


Figura 2: Análisis de la distribución de presión plantar en condiciones estáticas.

En la Figura 3 se presenta el patrón de la distribución de presión plantar en condiciones dinámicas de ambos pies. La superficie completa de apoyo del pie izquierdo y derecho son similares entre sí (IZQ. = 63 cm² - DER. = 64 cm²). El largo de la huella plantar del pie izquierdo es de 210mm y del pie derecho es de 200mm. La distribución media de la carga evidencia una apreciable diferencia entre el pie izquierdo y el derecho (presión media IZQ. = 1210 gr/cm² - DER. = 1387 gr/cm²). El punto de máxima carga (Presión máxima) del pie izquierdo es de 2600 gr/cm² y en el derecho es de 3472 gr/cm².

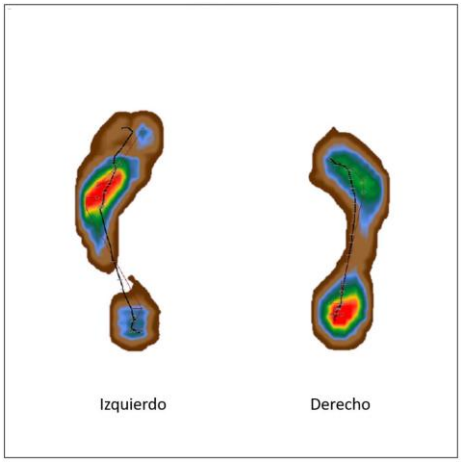


Figura 3: Análisis de la distribución de presión plantar en condiciones dinámicas.

El reparto de carga del antepié y retropié izquierdo no se encuentra dentro los valores fisiológicos (antepié =77% - retropié=23%), no obstante, la distribución de la carga del pie derecho se encuentra dentro de los valores de normalidad (antepié=56% - retropié=44%). La distribución lateral de la carga del pie izquierdo es de 59% en la parte externa y en la parte interna es de 41%, en el pie derecho la carga externa es de 67% y en la parte interna es de 33%,

Análisis de la presión plantar (F-SCAN)

Durante la ejecución del gesto técnico se realizaron mediciones de la presión plantar con el equipo F-Scan Teskan. La presión plantar obtenida durante la ejecución del gesto técnico de arranque, se observa un estudio plantígrado dentro de la normalidad realizando los apoyos y distribución de cargas normales, manteniendo una distribución del 50% en cada pie. La presión plantar obtenida durante el movimiento de envión observa un mayor apoyo en la zona del retropié y de los metatarsianos sobre todo en la zona interna del pie en el retropié. Se puede ver en la figura 4.

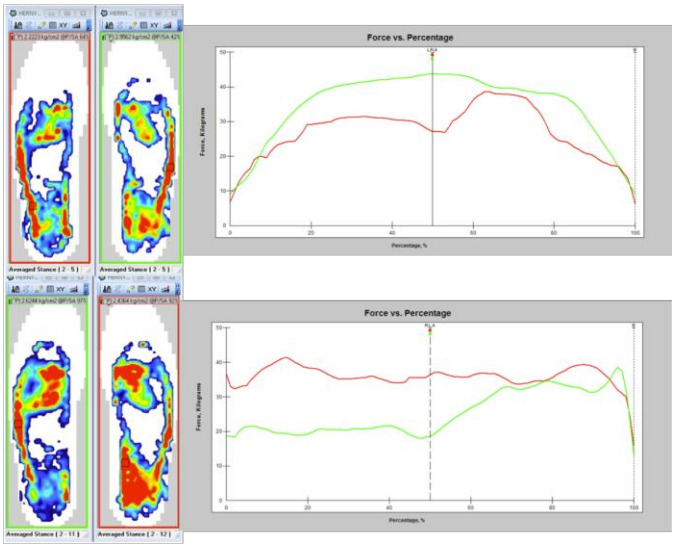


Figura 4: Análisis de la presión plantar durante la ejecución del gesto técnico de a) envión b) arranque

En la Figura 4 a) se observa la presión plantar obtenida durante la ejecución del gesto técnico de arranque, se observa un estudio plantígrado dentro de la normalidad realizando los apoyos y distribución de cargas normales, manteniendo una distribución del 50% en cada pie. Esto ayuda a mantener la base de sustentación para el empuje de la barra cuando realiza el movimiento.

Por otro lado la Figura 4 b) muestra la presión plantar obtenida durante el movimiento de envión; cuando realiza el movimiento del pie hacia adelante se observa un mayor apoyo en la zona del retropié y de los metatarsianos sobre todo en la zona interna del pie en el retropié, se puede observar que realiza un movimiento de pronación para una mayor base de sustentación iniciando en la cabeza del primer metatarsiano y posteriormente distribuido hacia los demás metatarsianos; esto indica que es una forma de apoyo para poder realizar el empuje de la barra hacia arriba, en el otro pie se observa una mayor carga en la zona del antepié, ya que es el apoyo complementario para la base de sustentación descrita.

CONCLUSIONES

Para el movimiento de arranque se considera que mantiene una presión plantar asimétrica pero equitativa para mantener la base de sustentación para el empuje de la barra cuando realiza el movimiento.

Para el movimiento de envión realiza un movimiento de pronación para una mayor base de sustentación iniciando en la cabeza del primer metatarsiano y posteriormente distribuido hacia los demás metatarsianos como apoyo para poder realizar el empuje de la barra hacia arriba, en el otro pie se observa una mayor carga en la zona del antepié, ya que es el apoyo complementario para la base de sustentación descrita.

Se concluye que en este contexto, los resultados respaldan el uso del análisis de la presión plantar como una herramienta relevante para la evaluación y caracterización biomecánica del levantamiento de pesas de alto rendimiento

BIBLIOGRAFÍA

1. A.-A. S. Abdulrahman, “Biomechanics of Lifting: an implication review,” Saudi J. Sport. Med., vol. 7, no. 2, pp. 68–72, 2003.
2. J. Fortin, “The Biomechanical Principles of Preventing Weightlifting Injuries,” Phys. Med. Rehabil., vol. 10, no. 11, pp. 697–716, 1997.[3] A. I. Al-khleifat, M. Al-kilani, and H. A. Kilani, “Biomechanics of the clean and jerk in weightlifting national jordanian team,” J. Hum. Sport Exerc., vol. 14, no. Proc5, pp. S2429–S2434, 2019.
3. A. I. Al-khleifat, M. Al-kilani, and H. A. Kilani, “Biomechanics of the clean and jerk in weightlifting national jordanian team,” J. Hum. Sport Exerc., vol. 14, no. Proc5, pp. S2429–S2434, 2019.
4. S. P. Beltrán and A. José Colina, “Análisis biomecánico de levantamiento de pesas durante el segundo halón en el arranque realizado a un atleta del estado Vargas , en los Juegos Deportivos Nacionales Juveniles 2013,” Rev. Digit. Educ. Física y Deport., vol. 20, no. 207, pp. 1–6, 2015.
5. K. Oliva Rodríguez, A. Gómez Zoquez, R. Zamora Corrales, and Y. García Manzo, “Análisis biocinemático de la ejecución del arranque en levantadoras de pesas escolares de Granma (original),” Olimp. Publicación científica la Fac. Cult. física la Univ. Granma, vol. 14, no. 42, pp. 62–74, 2017.

DETERMINACIÓN ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE LA CÁSCARA DE LA UVA ROJA (*Vitis Vinifera*) OBTENIDOS POR ULTRASONIDO

Arturo Soria Heredia[1], Rafael Zamora Vega[1], Gabriel Espinosa Pérez[2], Héctor Eduardo Martínez Flores[1], Miguel Ángel Gómez Ayala[1] y Eduardo González Valdez[1].

[1]Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Químico Farmacobiología,
[2]Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Física y Matemáticas.
1800358g@umich.mx

RESUMEN

El estrés oxidativo se asocia con el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes, obesidad o afecciones cardiovasculares, lo que ha impulsado la búsqueda de compuestos fenólicos naturales con actividad antioxidante[1]. La cáscara de *Vitis vinifera* (uva roja), subproducto abundante de la industria vinícola, es una fuente rica de polifenoles, incluyendo resveratrol, compuesto al que se le atribuyen efectos cardioprotectoras, así como antocianinas y ácidos fenólicos con capacidad antioxidante[2]. En este estudio se evaluó la extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante a partir de cáscara de *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet mediante un diseño Box–Behnken de tres factores y tres niveles[3]. Las variables independientes consideradas fueron la concentración del solvente etanol/agua (40, 60 y 80 % v/v), la temperatura de extracción (25, 35 y 45 °C) y el tiempo de sonicación (6, 12 y 18 min). La caracterización química incluyó la determinación de fenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu, flavonoides totales mediante el método colorimétrico con cloruro de aluminio y la actividad antioxidante mediante el ensayo de captura del radical DPPH[4]. Los resultados indicaron que la concentración de etanol fue el factor con mayor influencia significativa ($p < 0.05$) sobre la recuperación de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de los extractos. El extracto optimizado, correspondiente al punto central del diseño Box–Behnken (60 % v/v etanol/agua, 35 °C y 12 min de sonicación), presentó valores de 26.38±0.32 mg equivalentes de ácido gálico/g para fenoles totales y 2.38±0.09 mg equivalentes de quercetina/g para flavonoides totales, así como una inhibición IC_{50} frente al radical DPPH de 0.150±0.001 mg/mL, evidenciando una elevada capacidad antioxidante asociada al contenido de polifenoles presentes en la matriz vegetal. Los resultados muestran que mezclas hidroalcohólicas intermedias (40–60 % EtOH) optimizan la solubilidad de fenoles de polaridad media y maximizan la actividad antioxidante. La temperatura mostró un efecto secundario, donde valores elevados (45 °C) redujeron rendimiento y bioactividad, sugiriendo degradación térmica de compuestos fenólicos termolábiles. En conjunto, los resultados evidencian que mezclas hidroalcohólicas intermedias y temperaturas moderadas optimizan la recuperación y bioactividad de compuestos fenólicos de cáscara de *Vitis vinifera* mediante ultrasonido. Estos hallazgos confirman su potencial como fuente natural de antioxidantes y respaldan su aprovechamiento en estrategias orientadas a la prevención del daño oxidativo asociado a enfermedades crónicas.

INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo, caracterizado por un desequilibrio crónico entre la producción de especies reactivas de oxígeno y las defensas endógenas, es un detonante importante en el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas como trastornos cardiovasculares, diabetes y cáncer[5]. Esta problemática ha impulsado la búsqueda de antioxidantes exógenos naturales en subproductos agroindustriales, promoviendo esquemas de economía circular. La cáscara de *Vitis vinifera* (uva roja), residuo principal de la vinificación, se destaca como una fuente rica en compuestos fenólicos bioactivos como el resveratrol y diversas antocianinas, cuyas estructuras moleculares son capaces de neutralizar radicales libres mediante la donación de electrones, protegiendo así la viabilidad celular [6,7].

Para su aprovechamiento industrial, los métodos convencionales de extracción sólido-líquido presentan limitaciones como degradación térmica de compuestos y excesivo consumo de tiempo y

solventes. Como alternativa verde, la extracción asistida por ultrasonido (UAE) ofrece una alternativa eficiente a los métodos convencionales, ya que el fenómeno físico de la cavitación acústica produce microburbujas de presión que rompen las paredes celulares y mejoran la transferencia de masa[3,8]. Dado que variables operativas críticas como la concentración del solvente, el tiempo de residencia y la temperatura de baño alteran simultáneamente el rendimiento fitoquímico y la estabilidad biológica, el uso de diseños de superficie de respuesta como Box-Behnken resulta indispensable para evaluar interacciones y optimizar el proceso[9].

La optimización multirespuesta de este proceso permitirá establecer las bases tecnológicas para la obtención de extractos estables con potencial aplicación en el desarrollo de ingredientes funcionales, suplementos alimenticios o formulaciones farmacéuticas orientadas a la prevención del daño oxidativo celular.

TEORÍA

El procesamiento industrial de la uva (Vitis vinifera) para la producción de vino y jugos genera una cantidad sustancial de residuos sólidos, comúnmente conocidos como bagazo u orujo, compuestos principalmente por semillas, escobajos y cáscaras. Tradicionalmente, estos subproductos han sido considerados desechos de bajo valor comercial, representando un reto de gestión ambiental para las empresas vitivinícolas debido a su acumulación y lenta degradación. Sin embargo, desde una perspectiva bioeconómica y de economía circular, estos residuos representan una fuente masiva y económica de compuestos bioactivos de alto valor agregado[6].

La cáscara de la uva roja contiene una importante variedad de compuestos fitoquímicos secundarios, pertenecientes a la familia de los polifenoles. Entre ellos, destacan de manera preponderante los ácidos fenólicos, los flavonoides y, de forma muy particular, las antocianinas y el resveratrol. Estos compuestos fitoquímicos poseen estructuras moleculares caracterizadas por múltiples grupos hidroxilo aromáticos, lo que les confiere propiedades bioquímicas únicas como potentes agentes antioxidantes. Su mecanismo de acción radica en su capacidad para donar electrones o átomos de hidrógeno a las especies reactivas de oxígeno (ROS), neutralizando radicales libres peligrosos y previniendo el daño por peroxidación lipídica en las membranas biológicas[10].

Existe una sólida evidencia que vincula el estrés oxidativo, un desequilibrio celular crónico entre la producción de radicales libres y las defensas antioxidantes endógenas, con el inicio y la progresión de diversas patologías crónico-degenerativas, tales como enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, trastornos neurodegenerativos (como el Alzheimer y el Parkinson) y ciertos tipos de cáncer. Por esta razón, la comunidad científica e industrial manifiesta un creciente interés por la identificación, extracción y caracterización de antioxidantes naturales procedentes de fuentes vegetales exógenas, con el fin de desarrollar ingredientes funcionales, suplementos dietéticos o conservadores naturales de etiqueta limpia[1,5].

Para lograr un aprovechamiento óptimo de estos biocompuestos, los métodos tradicionales de extracción sólido-líquido (como la maceración convencional o el Soxhlet) presentan serias desventajas operativas: requieren tiempos de procesamiento excesivamente largos, consumen grandes volúmenes de solventes orgánicos y a menudo emplean altas temperaturas que degradan térmicamente los compuestos termolábiles como las antocianinas. Como alternativa ecoeficiente, la Extracción Asistida por Ultrasonido (UAE) ha emergido como una de las tecnologías verdes más prometedoras. El principio físico de la UAE se fundamenta en el fenómeno de la cavitación acústica. Cuando las ondas de ultrasonido viajan a través de un medio líquido, generan ciclos alternantes de alta y baja presión, induciendo la formación, crecimiento y colapso violento de burbujas microscópicas. El colapso de estas burbujas cerca de la superficie del tejido vegetal produce microchorros de líquido a alta velocidad, ondas de choque locales y altas presiones que rompen mecánicamente las paredes y membranas celulares de la cáscara. Esto incrementa drásticamente la permeabilidad del tejido y facilita una rápida transferencia de masa hacia el solvente, reduciendo significativamente el tiempo de extracción, los costos energéticos y el consumo de disolventes[3,8].

La optimización de procesos biotecnológicos complejos como la UAE requiere el modelado matemático del sistema para entender el comportamiento simultáneo de múltiples factores operativos. La metodología tradicional de optimización monofactorial (modificar un factor a la vez manteniendo los demás constantes) es ineficiente y completamente incapaz de detectar los efectos de interacción entre las variables independientes. Para superar esta limitación, se utiliza la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM), una colección de técnicas matemáticas y estadísticas basadas en el ajuste de ecuaciones polinomiales a los datos experimentales obtenidos a partir de un diseño experimental óptimo[3,8].

En esta investigación se implementó un Diseño Box-Behnken (BBD), un diseño esférico de segundo orden que resulta ideal para la optimización de procesos industriales. A diferencia de otros diseños (como el Central Compuesto), el Box-Behnken no contiene puntos en los extremos de los factores (puntos axiales), lo que evita operar bajo condiciones extremas insatisfactorias que podrían degradar los compuestos químicos. El comportamiento de las variables de respuesta se modela mediante una ecuación polinomial de segundo grado, expresada matemáticamente de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \Sigma \beta_i X_i + \Sigma \beta_{ii} X_i^2 + \Sigma \beta_{ij} X_i X_j$$

Donde Y representa la variable dependiente predicha (fitoquímicos o actividad antioxidante); β_0 es el intercepto constante; β_i, β_{ii} y β_{ij} son los coeficientes de regresión lineal, cuadrática y de interacción, respectivamente; mientras que X_i y X_j son las variables independientes codificadas (concentración de etanol, temperatura y tiempo).

El término cuadrático puro (X_i^2) es fundamental, ya que permite modelar la curvatura del sistema. Si el efecto de un factor es estrictamente lineal, el rendimiento aumentaría o disminuiría proporcionalmente en línea recta. Sin embargo, en sistemas biológicos e hidroalcohólicos, los factores suelen presentar un óptimo central, lo que genera una geometría parabólica en forma de domo (máximo) o valle (mínimo), capturada estadísticamente por dicho término cuadrático. Por otra parte, los términos de interacción ($X_i X_j$) determinan si el impacto de una variable operativa está condicionado o alterado por el nivel en el que se encuentra otro factor, provocando una torsión asimétrica en la superficie tridimensional[3,8,9].

Finalmente, cuando se evalúan múltiples respuestas con objetivos contrapuestos (por ejemplo, maximizar el rendimiento fitoquímico pero minimizar los valores de IC50 antioxidantes), se recurre a la Función de Deseabilidad Global de Derringer y Suich. Este método estadístico transforma cada respuesta individual Y en una función de deseabilidad adimensional (di) que varía estrictamente entre 0 (completamente inaceptable) y 1 (condición ideal perfecta). Posteriormente, las deseabilidades individuales se unifican mediante una media geométrica para calcular la Deseabilidad Global (D). La punta de la superficie de deseabilidad global representa la configuración óptima donde el software encuentra el punto de equilibrio operativo más armonioso y eficiente para todo el sistema en su conjunto[8,9].

PARTE EXPERIMENTAL

La materia prima se obtuvo a partir de 12 kg de frutos de *Vitis vinifera* cv. Cabernet (uva tinta), cosechados el 6 de agosto de 2025, provenientes del viñedo Viña Tx, localizado en Tequisquiapan, Querétaro, México. Las cáscaras se separaron cuidadosamente de las semillas y la pulpa remanente, se lavaron con agua destilada y se sometieron a un proceso de deshidratación controlado en una estufa de convección hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, el material seco fue molido y homogeneizado empleando un molino de laboratorio para reducir el tamaño de partícula y maximizar el área de contacto sólido-líquido, almacenándose en condiciones de oscuridad y refrigeración hasta su uso.

Diseño Experimental Box-Behnken: Se estructuró un diseño de superficie de respuesta con 3 factores independientes a 3 niveles codificados (-1, 0, +1), generando un total de 17 tratamientos experimentales que incluyeron 5 réplicas en el punto central para evaluar el error experimental puro.

Las variables independientes y sus intervalos de operación fueron: Concentración de etanol (Factor A: 40, 60 y 80% v/v), Temperatura de extracción (Factor B: 25, 35 y 45 °C) y Tiempo de extracción asistida por ultrasonido (Factor C: 6, 12 y 18 min).

Proceso de Extracción Asistida por Ultrasonido (UAE): Para cada corrida experimental, se pesó 3g de polvo de cáscara de uva y se suspendió en el volumen correspondiente de solución hidroalcohólica, manteniendo una relación sólido-solvente constante en matraces ámbar herméticos. El matraz se colocó en un baño ultrasónico digital de frecuencia controlada, equipado con un sistema de regulación de temperatura automática. Los factores de concentración de etanol, temperatura del baño y tiempo de residencia ultrasónica se ajustaron al diseño Box-Behnken. Una vez concluido el tiempo establecido, los extractos crudos se centrifugaron a 3500 RPM por 10 min, el sobrenadante transparente se recuperó, se filtró y se aforó para proceder de forma inmediata a los análisis espectrofotométricos.

Cuantificación de Compuestos Fitoquímicos:

1. Contenido de Fenoles Totales (TPC): Se determinó espectrofotométricamente mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. Una alícuota del extracto se mezcló con el reactivo de Folin-Ciocalteu diluido, y tras un breve periodo de incubación, se adicionó una solución saturada de carbonato de sodio para crear un medio alcalino. El complejo azul formado se midió a una longitud de onda de 765 nm tras reposo en oscuridad. Los resultados se calcularon a partir de una curva de calibración estándar y se expresaron como miligramos de Equivalentes de Ácido Gálico por gramo de muestra seca (mg EAG/g).

2. Antocianinas Monoméricas Totales: Se cuantificaron con precisión aplicando el método espectrofotométrico de pH Diferencial. El extracto se dividió en dos alícuotas diluidas de manera idéntica: la primera en un amortiguador de cloruro de potasio (pH 1.0) para estabilizar la forma coloreada de catión flavilio, y la segunda en un amortiguador de acetato de sodio (pH 4.5) donde la antocianina se transforma en su forma hemicetálica incolora. Tras un periodo de estabilización de 20 minutos en oscuridad, se midieron las absorbancias de ambas soluciones a 520 nm y 700 nm (esta última como factor de corrección por turbidez). La absorbancia neta calculada se utilizó para determinar la concentración empleando la absortividad molar de la Cianidina-3-glucósido, expresando los resultados finales en mg de Equivalentes de Cianidina-3-glucósido por cada 100 gramos de muestra seca (mg G3G/100g).

Evaluación de la Capacidad Antioxidante por Concentración Inhibitoria Media (IC50):

1. Ensayo de Inhibición del Radical DPPH: Se preparó una solución de trabajo del radical libre estable 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) en metanol. Diferentes diluciones seriadas del extracto u óptimo se mezclaron con la solución de DPPH. Tras una incubación en oscuridad a temperatura ambiente, se midió el descenso de la absorbancia a 517 nm. La actividad atrapadora de radicales se calculó como porcentaje de inhibición y se graficó contra la concentración para obtener por regresión lineal el valor del IC50 (cantidad de extracto requerida para neutralizar el 50% del radical inicial, expresado en mg/mL).

2. Ensayo de Inhibición del Radical Hidroxilo (OH): Se evaluó la capacidad del extracto para atrapar radicales hidroxilo generados por una reacción tipo Fenton (mezcla de sulfato ferroso y peróxido de hidrógeno). El daño inducido al indicador químico y su posterior inhibición por parte del extracto se monitoreó midiendo los cambios de absorbancia espectrofotométrica. El valor del IC50 se determinó de manera análoga al ensayo anterior, expresándose en mg/mL.

Análisis Estadístico y Optimización Múltiple: Todos los datos experimentales fueron procesados mediante un software estadístico. Se ajustaron modelos polinomiales de segundo orden para cada respuesta y se evaluó su significancia mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) a un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). Las superficies de respuesta tridimensionales se graficaron para

analizar las tendencias visuales y, finalmente, se aplicó el algoritmo de Deseabilidad Global para establecer las condiciones óptimas simultáneas.

RESULTADOS

Evaluación de los Datos Experimentales: La ejecución completa de la matriz Box-Behnken arrojó una notable variabilidad en las respuestas fitoquímicas y antioxidantes según la combinación de factores.

Tabla 1. Rendimiento fitoquímico y capacidad antioxidante de los extractos más destacados de la cáscara de Vitis vinifera cv. Cabernet.

CE	Conc. EtOH (%)	Temp °C	Tiempo (min)	TPC mg EAG/g	Antocianinas mg G3G/100g	DPPH IC_{50} mg /ml	OH· IC50 mg/ml
4	40	45	12	26.4±0.3	537±5.3	0.146*±0.005*	1.648±0.012
6	60	25	18	24.1±0.5	552±5.2	**0.139*±0.004***	1.702±0.014
11	60	35	12	**27.8±0.3**	**597±4.8**	0.150*±0.002*	**1.404±0.008**

En la **Tabla 1** se presentan las condiciones experimentales más representativas del estudio. De manera consistente, el tratamiento identificado como Condición Experimental 11, el cual operó bajo los parámetros del punto central: 60% de concentración de etanol, 35 °C de temperatura y 12 minutos de tiempo de ultrasonido. Exhibió los rendimientos más sobresalientes del diseño. Bajo este tratamiento, se alcanzó una concentración de Fenoles Totales de 27.8 mg EAG/g y un contenido de Antocianinas Monoméricas de 597.3 mg G3G/100g y un alta capacidad antioxidante para neutralizar radicales hidroxilo con un bajo IC_{50} de 1.404. En contraparte, los tratamientos que operaron en los extremos del diseño (como concentraciones de etanol de 40% o 80% combinadas con temperaturas bajas o tiempos cortos) redujeron considerablemente el rendimiento fitoquímico. Análisis de las Superficies de Respuesta: Las tendencias experimentales fueron modeladas tridimensionalmente para comprender la naturaleza de los efectos cinéticos y termodinámicos de la extracción.

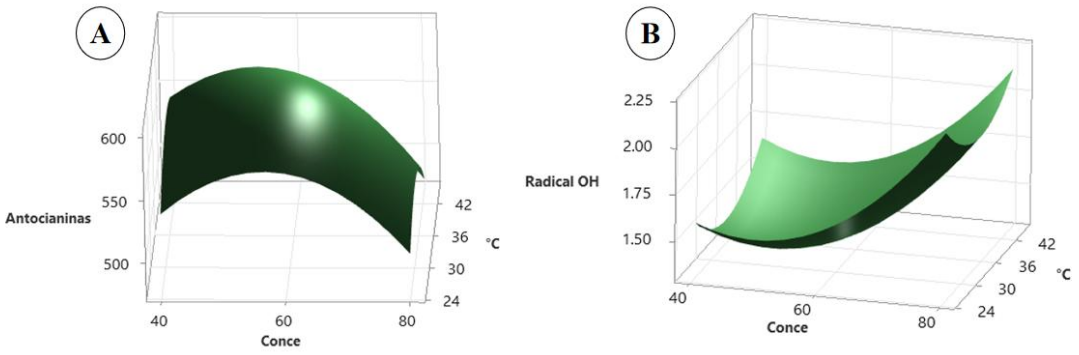


Figura 1. Superficies de respuesta para el rendimiento de biocompuestos y capacidad antioxidante obtenidos por UAE. **(A)** muestra un comportamiento en domo con el rendimiento máximo en la región central (~60% EtOH y 35 °C). **(B)** comportamiento inverso en valle para la inhibición del radical hidroxilo, donde las condiciones centrales (~60% EtOH y 35 °C) minimizan el valor de IC_{50}. Valores fijos: tiempo

La superficie de respuesta para el contenido de antocianinas (figura 1 A) muestra un marcado comportamiento cuadrático en forma de domo o montaña, localizando el punto de máxima extracción en la región central del disolvente aproximadamente a una concentración del 60%. Este fenómeno se explica por la polaridad de la mezcla hidroalcohólica: el agua actúa hinchando el tejido vegetal y la celulosa de la pared, facilitando el acceso del solvente, mientras que el etanol solubiliza eficientemente a las moléculas de antocianinas gracias a la afinidad química. Una proporción balanceada al 60% de etanol ofrece el equilibrio hidrofílico-lipofílico ideal para disolver el pigmento y penetrar las membranas lipídicas y cerosas de la cáscara de la uva. Por encima de esta concentración (80% etanol), la escasez de agua provoca una deshidratación celular y la precipitación parcial de proteínas estructurales, lo que compacta el tejido vegetal e impide la correcta transferencia de masa hacia el medio líquido.

Por el contrario, la superficie de respuesta correspondiente a la capacidad antioxidante evaluada frente al Radical Hidroxilo (figura 1 B) muestra un comportamiento inverso en forma de valle. Dado que la potencia antioxidante en este ensayo se cuantifica mediante la Concentración Inhibitoria Media (IC50), donde un valor numérico menor denota una mayor potencia y capacidad biológica defensiva, la formación de este valle en la zona central representa un resultado sumamente favorable. En el fondo del valle (condiciones centrales de 60% etanol y 35 °C), el extracto alcanza su valor mínimo de IC50 (1.404 mg/mL), lo que corrobora que las condiciones operativas que maximizan los compuestos fitoquímicos coinciden plenamente con la obtención de la mayor capacidad protectora y bioactiva para la neutralización de los radicales libres libres más agresivos a nivel celular.

Validación Estadística mediante Análisis de Varianza (ANOVA): Para otorgar el rigor científico indispensable y validar los modelos predictivos ajustados, se realizó un riguroso Análisis de Varianza, cuyos parámetros críticos se resumen en la **Tabla 2.** El ANOVA demostró con una certeza matemática contundente que la concentración de etanol (Factor A) y su término cuadrático puro (AA) son las variables determinantes del proceso completo, exhibiendo una significancia estadística altísima con valores de $p < 0.001$ en todas y cada una de las variables dependientes analizadas.

Tabla 2. Resumen estadístico análisis de varianza (ANOVA) para los modelos de segundo grado.

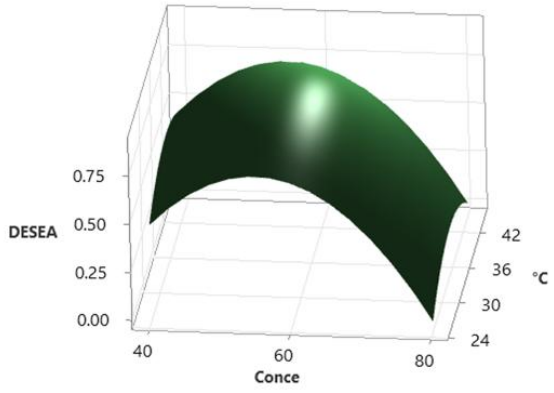
Término	Ác. Fenólicos (valor p)	Antocianinas (valor p)	DPPH· (valor p)	OH· (valor p)
A	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
AA	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
BB	No sig.	<0.001	No sig.	<0.001
CC	No sig.	<0.001	No sig.	<0.001
AC	No sig.	0.011	No sig.	No sig.
BC	No sig.	No sig.	0.045	No sig.
R^2**(adj)**	94.60%	96.94%	99.51%	98.59%

El término cuadrático AA confirma científicamente que la relación entre el disolvente y la respuesta es estrictamente parabólica y no lineal. Respecto a los otros factores cuadráticos, el término BB (temperatura al cuadrado) y CC (tiempo al cuadrado) resultaron altamente significativos ($p < 0.001$) de manera selectiva para las respuestas de Antocianinas y la inhibición del Radical Hidroxilo, denotando que estos parámetros alteran de forma crítica la estabilidad de los pigmentos y la sinergia antioxidante. Las interacciones binarias del modelo también aportaron datos valiosos: la interacción AC (Etanol x Tiempo) fue significativa para las antocianinas ($p = 0.011$), confirmando que una exposición prolongada al ultrasonido en presencia de altas concentraciones de alcohol induce la degradación del anillo flavilio; mientras que la interacción BC (Temperatura x Tiempo) afectó de

manera conjunta a la capacidad de atrapamiento del radical DPPH (p = 0.045).

La robustez y capacidad predictiva global de las ecuaciones matemáticas de segundo orden desarrolladas quedaron plenamente demostradas por los elevados coeficientes de determinación ajustados. Los valores de R^2 (adj) fueron en todos los casos superiores al 94.60%: registrando un 94.60% para Ácidos Fenólicos, 96.94% para Antocianinas, 98.59% para el Radical Hidroxilo y un sobresaliente 99.51% para el ensayo DPPH. Estos coeficientes indican que prácticamente el 100% de la variabilidad observada en los experimentos de laboratorio es perfectamente explicada y reproducida por las ecuaciones matemáticas del modelo estadístico.

Optimización Simultánea por Deseabilidad Global y Predicción Múltiple: Debido a que las distintas variables fitoquímicas y de bioactividad antioxidante poseían objetivos contrapuestos (maximizar rendimientos moleculares pero minimizar concentraciones de inhibición), se ejecutó la técnica de optimización simultánea mediante el algoritmo de Deseabilidad Global, **figura 2.** El modelado arrojó una superficie tridimensional tridimensional en forma de domo, donde la máxima deseabilidad operativa converge de forma exacta en una configuración óptima absoluta definida por los siguientes parámetros de control: una Concentración de Etanol de 56% (56.16% teórico), una Temperatura de extracción de 33 °C (33.68 °C teórico) y un Tiempo de residencia bajo ultrasonido de 14 minutos (14.36 min teórico). Bajo esta receta óptima del proceso, el modelo estadístico predice con un alto intervalo de confianza la obtención de un extracto balanceado de cáscara de uva roja con las siguientes respuestas ajustadas: un contenido de Fenoles Totales de 26.74 mg EAG/g, una concentración de Antocianinas de 592.92 mg G3G/100g, y valores mínimos altamente potentes de IC50 antioxidante de 0.137 mg/mL para el radical DPPH y de 1.367 mg/mL para el radical Hidroxilo.



Variable	Valor de configuración
Conce %	56
°C	33
T (min)	14

Respuesta	Ajuste
Fenoles totales	26.74
Antocianinas	592.92
DPPH· IC_{50}	0.137
OH· IC_{50}	1.367

Figura 2. Superficie de respuesta de deseabilidad global para la optimización simultánea del proceso UAE y predicción de respuesta múltiple.

La integración de las variables dependientes definió un comportamiento cuadrático en forma de domo, localizando la máxima deseabilidad en la región central.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la presente investigación permitió establecer de manera exitosa un proceso tecnológico verde y altamente eficiente para la valorización de la cáscara de uva roja (*Vitis vinifera*), consolidándola como una fuente bioeconómica de compuestos bioactivos de alto interés industrial. La metodología de superficie de respuesta basada en el diseño Box-Behnken demostró ser una herramienta estadística sumamente robusta y con una capacidad predictiva excepcional, permitiendo el modelado simultáneo de variables hidroalcohólicas, térmicas y cinéticas con coeficientes de determinación ajustados superiores al 94% en todas las respuestas.

Se determinó científicamente que la concentración de etanol y su efecto cuadrático puro constituyen los factores más críticos y determinantes en la Extracción Asistida por Ultrasonido (UAE), condicionando tanto el rendimiento de la transferencia de masa como la bioactividad del extracto debido a cambios en la polaridad celular y la tensión superficial del medio líquido necesaria para la cavitación acústica. El tratamiento experimental en el punto central (60% etanol, 35 °C y 12 min) evidenció de manera directa los mayores rendimientos individuales en el laboratorio.

Finalmente, mediante la aplicación de la función de deseabilidad global, se resolvió con éxito el conflicto operativo entre la maximización fitoquímica y la minimización del IC50 antioxidante, localizando una configuración óptima absoluta estable a 56% de concentración de etanol, 33 °C de temperatura y 14 minutos de tiempo de ultrasonido. Bajo esta configuración óptima, se garantiza la obtención de un extracto balanceado con el máximo contenido de compuestos fenólicos y antocianinas monoméricas intactas, acoplado a la mayor eficiencia e irrefutable potencia protectora e inhibitoria frente al daño oxidativo por radicales libres. Estos hallazgos validan el enorme potencial de transferencia biotecnológica de estos extractos optimizados para su futura incorporación como ingredientes funcionales o fitofármacos en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

BIBLIOGRAFÍA

1. Valencia-Avilés E, Ignacio-Figueroa I, Sosa-Martínez E, Bartolomé-Camacho MC, Martínez-Flores HE, García-Pérez ME. Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas. 2017;(16):15-29.

2.Radeva L, Yoncheva K. Resveratrol—A Promising Therapeutic Agent with Problematic Properties. Pharmaceutics. enero de 2025;17(1):134.

3. Liu Z, Wu H, Holland B, Barrow CJ, Suleria HAR. An Optimization of the Extraction of Phenolic Compounds from Grape Marc: A Comparison between Conventional and Ultrasound-Assisted Methods. Chemosensors. 1 de septiembre de 2024;12(9).

4. Martínez-Cruz N del S, Arévalo-Niño K, Verde-Star MJ, Rivas-Morales C, Oranday-Cárdenas A, Núñez-González MA, et al. Antocianinas y actividad anti radicales libres de Rubus adenotrichus Schltdl (zarzamora). Revista mexicana de ciencias farmacéuticas. diciembre de 2011;42(4):66-71.

5. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). Free radicals in biology and medicine. Oxford University Press.

6. Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299, 152-178.

7. Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 00(1), F1-2.

8. Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. Ultrasonics Sonochemistry, 34, 540-560.

9. Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. John Wiley & Sons.

10 López-Astorga M, Molina-Quijada CC, Ovando-Martínez M, Leon-Bejarano M, López-Astorga M, Molina-Quijada CC, et al. Orujo de uva: Más que un residuo, una fuente de compuestos bioactivos. Epistemus (Sonora). 2022;16(33):115-22. doi:10.36790/epistemus.v16i33.283

ÍNDICES ATEROGÉNICOS Y SU CORRELACIÓN CON LAS COMPLICACIONES Y FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN PACIENTES CON DIABETES TIPO II DEL ESTADO DE GUERRERO

Audrey Alessandra Carmona Álvarez, Blanca Esthela Álvarez Fernández, Luz Elena Ramos Arellano, Luciano Jorge Corona, Sandra Quintana Ponce y Carlos Daniel Gómez Martínez.

Universidad Autónoma de Guerrero.
15259604@uagro.mx

RESUMEN

La Diabetes mellitus (DM) es un importante problema de salud pública en México y el mundo por su alta prevalencia y su asociación con complicaciones cardiovasculares[1]. La enfermedad cardiovascular aterosclerótica (ECVA) es la principal causa de morbilidad y mortalidad en estos pacientes[2], en gran parte debido a la dislipidemia diabética, caracterizada por hipertrigliceridemia, disminución de c-HDL y aumento del c-LDL, que favorece la formación y progresión de placas ateroscleróticas[3]. En este contexto, los índices aterogénicos, como el Índice de Castelli, el Índice de Kannel, el Índice TG/HDL y el Índice Aterogénico de Plasma, constituyen herramientas útiles para la evaluación del riesgo cardiovascular. El objetivo del presente estudio fue analizar el comportamiento de los índices aterogénicos en adultos con Diabetes mellitus tipo II del estado de Guerrero y evaluar su utilidad como indicadores de riesgo cardiovascular en esta población. Se incluyeron 303 pacientes adultos, en quienes se realizaron mediciones antropométricas y clínicas estandarizadas. Los resultados de las determinaciones bioquímicas se obtuvieron a partir de expedientes clínicos. Con base en las concentraciones de colesterol total, c-HDL, c-LDL y triglicéridos, se estimó el riesgo cardiometabólico de cada participante mediante los siguientes índices aterogénicos: Índice de Castelli I (colesterol total/c-HDL), Índice de Kannel (c-LDL/c-HDL), índice triglicéridos/c-HDL (TG/c-HDL) y el Índice Aterogénico de Plasma (IAP), calculado como log10 [TG (mmol/L) / c-HDL (mmol/L)]. Se elaboró una base de datos en el programa STATA v.15.0, donde se realizó el análisis estadístico y se determinaron las categorías de riesgo cardiovascular de acuerdo a los índices analizados. Se observaron diferencias significativas por sexo en las variables antropométricas, con mayores valores de peso, talla y circunferencia de cintura en los hombres ($p \leq 0.001$). En el perfil lipídico, las mujeres presentaron concentraciones significativamente más elevadas de triglicéridos ($p = 0.033$). En cuanto a los índices aterogénicos, la mayoría de los adultos con DM2 se clasificó en riesgo cardiovascular bajo de acuerdo con el Índice de Castelli I (68% en mujeres y 71% en hombres) y el Índice de Kannel (80% en mujeres y 83% en hombres). Sin embargo, el índice TG/HDL y el Índice Aterogénico de Plasma (IAP) identificaron una mayor proporción de individuos con riesgo cardiovascular moderado y alto, particularmente en hombres (TG/HDL: 44% moderado y 40% alto; IAP: 15% moderado y 43% alto). Asimismo, las mujeres presentaron valores promedio ligeramente superiores en el Índice de Castelli I (4.2 ± 1.5), el Índice de Kannel (2.5 ± 0.9) y el índice TG/HDL (4.8 ± 4.5) en comparación con los hombres, aunque estas diferencias no alcanzaron significancia estadística. En conclusión, el índice TG/HDL y el IAP mostraron una mayor capacidad para identificar riesgo cardiovascular moderado y alto en adultos con DM2 del estado de Guerrero, lo que sugiere que su incorporación en la evaluación rutinaria podría contribuir a una detección más temprana y precisa del riesgo cardiometabólico en esta población.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes mellitus (DM) es una enfermedad no transmisible (ENT) que constituye uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial debido a su elevada prevalencia y a las complicaciones asociadas, particularmente las de origen cardiovascular[4]. Entre estas destacan el Accidente cerebrovascular (ACV), la Enfermedad arterial periférica (EAP) y la Enfermedad cardiovascular aterosclerótica (ECVA), considerada la principal causa de morbilidad y mortalidad en pacientes con DM[5]. Estas complicaciones se desarrollan en gran medida por la interacción compleja

entre hiperglucemia crónica, inflamación, disfunción endotelial y dislipidemia diabética, caracterizada por hipertrigliceridemia, disminución del colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) y predominio de partículas pequeñas y densas de colesterol asociado a lipoproteínas de baja densidad (C-LDL), condiciones que favorecen la formación y progresión de placas ateroscleróticas[3]. En este contexto, los índices aterogénicos han adquirido relevancia como herramientas complementarias para la evaluación del riesgo cardiovascular, ya que integran distintos parámetros lipídicos y reflejan de manera más precisa el equilibrio entre lipoproteínas aterogénicas y antiaterogénicas[6]. Entre los índices más utilizados destacan el Índice de Castelli, el Índice de Kannel, la relación TG/c-HDL y el Índice Aterogénico de Plasma (IAP), los cuales se han asociado con resistencia a la insulina (RI), Síndrome metabólico (SM) y complicaciones microvasculares y macrovasculares de la DM, incluyendo retinopatía, neuropatía periférica y Enfermedad renal crónica (ERC). Sin embargo, la evidencia disponible en población mexicana, particularmente en estados del sur del país como Guerrero, continúa siendo limitada. Las diferencias sociodemográficas, nutricionales y en el acceso a los servicios de salud podrían influir en el comportamiento de estos indicadores y en su relación con las complicaciones de la DM. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo analizar el comportamiento de los índices aterogénicos en adultos con Diabetes mellitus tipo 2 del estado de Guerrero y evaluar su utilidad como indicadores de riesgo cardiovascular en esta población, con la finalidad de generar evidencia que contribuya a fortalecer las estrategias de evaluación integral del riesgo cardiovascular y mejorar la detección temprana de pacientes con mayor probabilidad de desarrollar complicaciones cardiometabólicas.

TEORIA

La Diabetes mellitus (DM) es una enfermedad metabólica crónica y multifactorial caracterizada por hiperglucemia persistente secundaria a alteraciones en la secreción de insulina, en su acción o en ambos mecanismos[4]. En las últimas décadas, su prevalencia ha aumentado de manera sostenida a nivel mundial, consolidándose como uno de los principales problemas de salud pública debido a su elevada morbimortalidad y a las complicaciones asociadas[1]. De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes (FID), se estima que para el año 2050 más de 853 millones de personas vivirán con DM en el mundo[7]. En México, esta enfermedad representa un importante desafío sanitario; datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) evidencian un incremento progresivo en su prevalencia en adultos mayores de 20 años[1]. Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reportó en 2025 que la DM constituyó la segunda causa de muerte en el país[8].

En el estado de Guerrero, diversos factores socioeconómicos, nutricionales y relacionados con el estilo de vida favorecen el desarrollo y progresión de enfermedades crónicas. De acuerdo con la ENSANUT 2018, el 11.1 % de la población guerrerense de 20 años o más presentaba diagnóstico de Diabetes mellitus tipo 2 (DM2), con mayor prevalencia en mujeres (12.3 %) en comparación con hombres (9.6 %), superando la media nacional reportada para el mismo periodo (10.3 %)[9]. Además, se estima que cerca del 20 % de la población adulta de la entidad vive con DM, lo que refleja una tendencia creciente asociada a la persistencia de factores de riesgo cardiometabólico[10]. El impacto de esta enfermedad también se refleja en la mortalidad regional; según datos del INEGI, en 2025 la DM se posicionó como la segunda causa de muerte en Guerrero, únicamente por debajo de las enfermedades cardiovasculares, lo que evidencia la magnitud de su impacto sanitario y social en la entidad[8].

La progresión de la DM, particularmente de la DM2, se asocia con un incremento en el riesgo de desarrollar complicaciones microvasculares y macrovasculares. Entre las primeras destacan la retinopatía, la nefropatía y la neuropatía diabética, mientras que entre las complicaciones macrovasculares se incluyen la ECVA, el ACV y la EAP[5]. Estas complicaciones no solo deterioran significativamente la calidad de vida de los pacientes, sino que también incrementan los costos en salud y la demanda de atención médica especializada. Además, la DM2 frecuentemente coexiste con otras enfermedades crónicas consideradas factores de riesgo cardiovascular, como hipertensión

arterial (HTA), dislipidemias, obesidad y SM, las cuales agravan el pronóstico y dificultan el control metabólico[4].

En este contexto, diversos estudios han señalado que las alteraciones del metabolismo lipídico desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de las complicaciones cardiovasculares asociadas con la DM2. La dislipidemia diabética, caracterizada por hipertrigliceridemia, disminución del colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) y predominio de partículas pequeñas y densas de colesterol asociado a lipoproteínas de baja densidad (C-LDL), favorece un entorno altamente aterogénico relacionado con inflamación crónica, resistencia a la insulina (RI) y disfunción endotelial[3]. Debido a ello, los índices aterogénicos han adquirido relevancia como herramientas complementarias para la evaluación del riesgo cardiovascular, ya que integran distintos parámetros lipídicos y reflejan de manera más precisa el equilibrio entre lipoproteínas aterogénicas y antiaterogénicas[6].

Diversas investigaciones han documentado asociaciones significativas entre el IAP, los índices de Castelli y la relación TG/HDL con un mayor riesgo de ECVA, SM y progresión de complicaciones crónicas en pacientes con DM2. En este sentido, Fu et al. (2021) reportaron que el IAP se asocia significativamente con la presencia de eventos cardiovasculares mayores en pacientes diabéticos, proponiéndolo como un marcador útil para la estratificación temprana del riesgo cardiovascular[11]. Asimismo, Yin et al. (2023) demostraron una asociación no lineal entre el IAP, la RI y la DM2, destacando que valores elevados de este índice se relacionan con mayor deterioro metabólico y riesgo cardiometabólico[12]. De manera similar, Chale-De la Cruz et al. (2025), en población mexicana hospitalizada con DM2, identificaron una relación significativa entre perfiles de riesgo aterogénico elevados y mayor riesgo cardiovascular, destacando además la influencia del tiempo de evolución de la enfermedad y del control metabólico sobre dichos indicadores[6].

Por otra parte, Rodríguez-García et al. (2024), en un estudio realizado en pacientes diabéticos de Guerrero, observaron que el 45.6 % de los participantes presentó elevación del índice aterogénico, asociándose significativamente con HTA, hipertrigliceridemia y aumento de la circunferencia de cintura. Además, reportaron que el 82.7 % de los pacientes con DM2 presentaba riesgo cardiovascular moderado a alto, reforzando la estrecha relación entre alteraciones metabólicas y riesgo aterosclerótico en esta población[13]. Asimismo, investigaciones realizadas en población mexicana han evidenciado una elevada prevalencia de obesidad, HTA, SM y dislipidemias en pacientes con DM2, condiciones estrechamente relacionadas con la progresión del daño vascular y la aterosclerosis[5,14]. En conjunto, estos hallazgos sugieren que los índices aterogénicos constituyen herramientas accesibles y de bajo costo con potencial utilidad clínica para la identificación temprana de pacientes con alto riesgo cardiovascular.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio observacional, analítico, transversal y retrospectivo en 303 pacientes adultos con diagnóstico previo de DM2 atendidos en la Clínica de Diabetes del Hospital IMSS-Bienestar “Dr. Raymundo Abarca Alarcón”, en Chilpancingo de los Bravo, Guerrero. Se incluyeron expedientes clínicos completos de pacientes mayores de 18 años con resultados bioquímicos actualizados necesarios para el cálculo de los índices aterogénicos; se excluyeron aquellos con información incompleta o sin perfil lipídico disponible. La información se obtuvo mediante revisión documental de expedientes clínicos, registros de consulta externa y estudios de laboratorio. Se recolectaron variables sociodemográficas, clínicas, antropométricas y bioquímicas, incluyendo edad, sexo, tiempo de evolución de la DM2, hipertensión arterial, obesidad, peso, talla, circunferencia de cintura, presión arterial, glucosa sérica, colesterol total, C-HDL, C-LDL y triglicéridos. Con estos parámetros se calcularon el Índice de Castelli I (colesterol total/c-HDL), Índice de Kannel (c-LDL/c-HDL), índice triglicéridos/c-HDL (TG/c-HDL) y el Índice Aterogénico de Plasma (IAP) calculado como log10 [TG (mmol/L) / c-HDL (mmol/L)].

El análisis estadístico se realizó en Stata v15.0. Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes, mientras que las cuantitativas se describieron mediante media ± desviación estándar o mediana y rango intercuartílico (percentiles 25–75), según su distribución evaluada con la prueba de Shapiro–Wilk. Para las comparaciones se emplearon pruebas de chi-cuadrada (χ^2) y *t* de Student y las correlaciones se analizaron con el coeficiente de Spearman. Además, se construyeron modelos de regresión logística binaria ajustados por variables de confusión para evaluar la asociación entre los índices aterogénicos y el riesgo cardiovascular. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se incluyeron 303 pacientes adultos con DM2, de los cuales 204 (67.3%) correspondieron a mujeres y 99 (32.7%) a hombres. La edad promedio de la población fue de 56 ± 10 años, sin diferencias significativas entre ambos sexos ($p = 0.226$). En las variables antropométricas, los hombres presentaron valores significativamente mayores de peso, talla y circunferencia de cintura ($p \leq 0.001$). No obstante, no se observaron diferencias significativas en el índice de masa corporal (IMC), la presión arterial sistólica (PAS) ni la presión arterial diastólica (PAD) entre hombres y mujeres. En el perfil lipídico, las mujeres mostraron concentraciones significativamente más elevadas de triglicéridos ($p = 0.033$). Asimismo, los índices aterogénicos evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas según el sexo (**Tabla 1**).

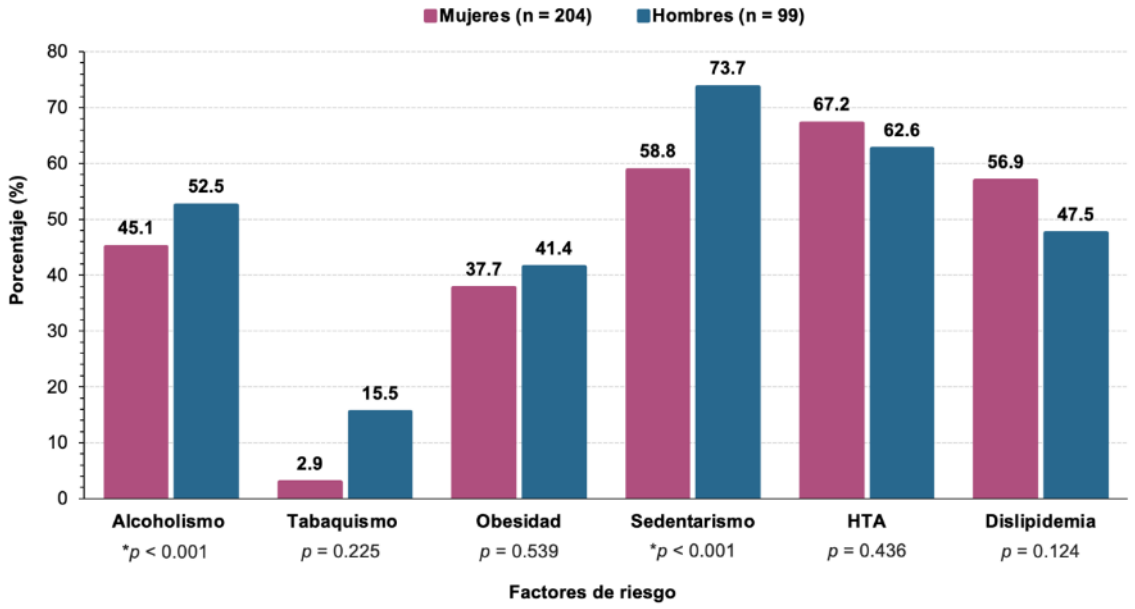
Tabla 1. Características generales de la población estudiada.

Variables	Total 303 (100%)	Mujeres 204 (67.3%)	Hombres 99 (32.7%)	Valor de *p*
Edad	56 ± 10	55 ± 10	57 ± 10	0.226
Medidas antropométricas				
Peso (Kg)	65 (58-75)	62 (55-72)	71 (65-80)	***<0.001**
Talla (cm)	154 (148-160)	150 (146-155)	161 (156-166)	***<0.001**
IMC (Kg/m^2)	28 (25-31)	27 (25-31)	28 (26-30)	0.575
Cintura (cm)	92 (85-100)	91 (84-98)	95 (88-102)	***0.001**
Medidas clínicas				
PAS (mmHg)	136 (123-153)	137 (123-155)	136 (123-146)	0.159
PAD (mmHg)	77 (70-83)	77 (70-84)	77 (70-82)	0.780
Medidas bioquímicas				
Glucosa (mg/dL)	150 (114-207)	154 (117-214)	149 (107-194)	0.240
Colesterol total (mg/dL)	183 ± 48	186 ± 46	178 ± 53	0.173
Triglicéridos (mg/dL)	155 (118-214)	155 (123-228)	148 (101-196)	***0.033**
C-HDL (mg/dL)	45 (39-54)	46 (39-52)	44 (39-55)	0.942
C-LDL (mg/dL)	107 (89-125)	107 (90-125)	108 (89-128)	0.886
Índice de Castelli	4.1 ± 1.5	4.2 ± 1.5	3.9 ± 1.4	0.082
Índice de Kannel	2.4 ± 0.9	2.5 ± 0.9	2.3 ± 0.9	0.246
Índice TG/HDL	4.6 ± 4.3	4.8 ± 4.5	4.1 ± 3.8	0.205
Índice Aterogénico de Plasma	0.2 ± 0.3	0.2 ± 0.3	0.1 ± 0.3	0.098

IMC: Índice de Masa Corporal, PAS: Presión arterial sistólica, PAD: Presión arterial diastólica. Los datos muestran n (%) y valores de *p* por χ^2, media±DE y valores de *p* por t-Student, medianas (p25-p75) y valores de *p* por Mann-Whitney. *Estadísticamente significativo. Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del estudio.

En relación con los factores de riesgo cardiovascular, el sedentarismo fue el más frecuente en la población estudiada, observándose una mayor prevalencia en hombres respecto a mujeres (73.7 % vs 58.8 %; $p = 0.011$). De igual forma, el tabaquismo fue significativamente más frecuente en hombres (15.5 % vs 2.9 %; $p < 0.001$). No se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en la prevalencia de alcoholismo, obesidad, HTA y dislipidemia (**Figura 1**).

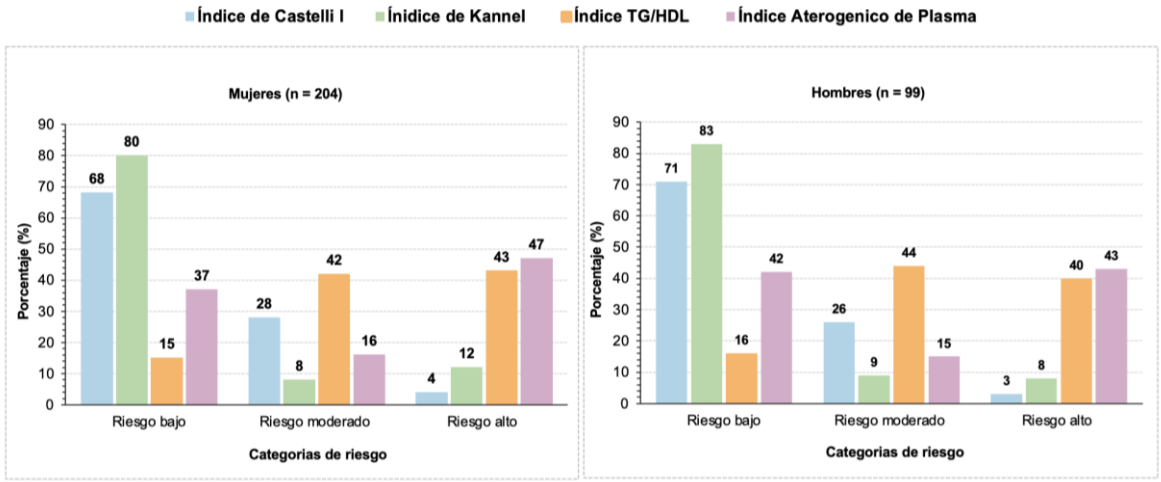
Figura 1. Distribución de factores de riesgo cardiovascular en base al sexo.



HTA: Hipertensión arterial. Los datos muestran n (%) y valor de *p* por χ^2. *Estadísticamente significativo. Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del estudio.

La distribución del riesgo cardiovascular de acuerdo con los índices aterogénicos mostró predominio de las categorías de bajo y moderado riesgo en ambos sexos. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de las categorías de riesgo cardiovascular entre hombres y mujeres para los índices de Castelli I, Kannel, TG/c-HDL e índice aterogénico de plasma (IAP) (**Figura 2**).

Figur 2. Prevalencia de riesgo cardiovascular por sexo de acuerdo a índices aterogénicos.



Los valores representan el porcentaje de pacientes de la población de estudio distribuidos según la categoría de riesgo cardiovascular. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de riesgo ($p > 0.05$; prueba χ^2). Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del estudio.

El análisis de correlación de Spearman evidenció asociaciones predominantemente en mujeres. El índice de Castelli I mostró correlación positiva con antecedente de accidente cerebrovascular (ACV) (r = 0.17, *p* = 0.010), alcoholismo (r = 0.13, *p* = 0.047) y obesidad (r = 0.13, *p* = 0.042). En hombres, únicamente se observó correlación significativa entre el índice de Castelli I e insuficiencia venosa (IV) (r = 0.22, *p* = 0.025).

Por su parte, el índice de Kannel presentó correlación positiva en mujeres con ACV (r = 0.20, *p* = 0.004), ERC (r = 0.13, *p* = 0.043), HTA (r = 0.13, *p* = 0.037) y síndrome metabólico (SM) (r = 0.15, *p* = 0.022). De manera similar, el índice TG/HDL mostró correlación positiva con alcoholismo (r = 0.14, *p* = 0.039), mientras que el IAP se correlacionó con alcoholismo (r = 0.16, *p* = 0.033) en mujeres. No se identificaron correlaciones estadísticamente significativas para estos índices en hombres (**Tabla 2**).

Tabla 2. Correlación entre índices aterogénicos y complicaciones/factores de riesgo cardiovascular según sexo en pacientes DM2.

Índice analizado	Variable	Mujeres		Hombres	
		*r**	*p*	*r**	*p*
Castelli I	**ACV**	0.17	***0.010**	-0.04	0.692
	Alcoholismo	0.13	***0.047**	-0.03	0.735
	Obesidad	0.13	***0.042**	-0.17	0.078
	IV	0.02	0.739	0.22	***0.025**
Kannel	**ACV**	0.20	***0.004**	0.11	0.263
	ERC	0.13	***0.043**	-0.11	0.262
	HTA	0.13	***0.037**	0.06	0.500
	SM	0.15	***0.022**	0.09	0.341
TG/HDL	**ACV**	0.13	0.050	0.008	0.241
	Alcoholismo	0.14	***0.039**	-0.07	0.491
IAP	**ACV**	0.13	0.053	-0.11	0.272
	Alcoholismo	0.16	***0.033**	-0.08	0.387

ACV: Accidente cerebrovascular, IV: Insuficiencia venosa, ERC: Enfermedad renal crónica, HTA: Hipertensión arterial, SM: Síndrome metabólico. Los datos se expresan como coeficiente de correlación de Spearman (r) y valor de *p*. *Estadísticamente significativo. Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del estudio.

En el análisis de regresión logística ajustado por IMC, control glucémico y tiempo de evolución de la enfermedad, el índice de Castelli I se asoció significativamente con ACV (OR = 2.10; IC95%: 1.13–3.89; *p* = 0.018) y obesidad (OR = 1.75; IC95%: 1.05–2.91; *p* = 0.030) en mujeres. En hombres, este índice mostró asociación significativa únicamente con IV (OR = 1.29; IC95%: 1.09–1.90; *p* = 0.033). De igual forma, el índice de Kannel mostró asociación significativa en mujeres con ACV (OR = 1.92; IC95%: 1.20–3.08; *p* = 0.006), ERC (OR = 2.07; IC95%: 1.98–4.37; *p* = 0.047), SM (OR = 1.56; IC95%: 1.37–1.85; *p* = 0.007) e HTA (OR = 1.62; IC95%: 1.14–1.94; *p* = 0.027). Asimismo, el índice TG/HDL se asoció con alcoholismo en mujeres (OR = 1.50; IC95%: 1.10–2.25; *p* = 0.043), al igual que el IAP (OR = 1.30; IC95%: 1.23–1.95; *p* = 0.037). No se observaron asociaciones estadísticamente significativas para estos índices en hombres (**Tabla 3**).

Tabla 3. Asociación entre índices aterogénicos y complicaciones/factores de riesgo cardiovascular según sexo en pacientes con DM2.

Índice analizado	Variable	Mujeres			Hombres		
		OR	(IC95%)	*p*	OR	(IC95%)	*p*
Castelli I	ACV	2.10	1.13-3.89	***0.018**	0.75	0.27-2.07	0.583
	IV	1.08	0.65-1.81	0.745	1.29	1.09-1.90	***0.033**
	Obesidad	1.75	1.05-2.91	***0.030**	0.50	0.21-1.15	0.107
Kannel	ACV	1.92	1.20-3.08	***0.006**	1.43	0.67-3.04	0.349
	ERC	2.07	1.98-4.37	***0.047**	0.36	0.06-2.09	0.260
	SM	1.56	1.37-1.85	***0.007**	1.28	0.65-2.50	0.471
	HTA	1.62	1.41-1.94	***0.027**	1.18	0.58-2.42	0.638
TG/HDL	Alcoholismo	1.50	1.10-2.25	***0.043**	0.84	0.48-1.47	0.555
IAP	Alcoholismo	1.30	1.23-1.95	***0.037**	0.82	0.53-1.26	0.383

ACV: Accidente cerebrovascular, IV: Insuficiencia venosa, ERC: Enfermedad renal crónica, HTA: Hipertensión arterial, SM: Síndrome metabólico. Los datos muestran OR: Odd Ratio, IC: Intervalos de confianza, valor de *p* por regresión logística ajustado por IMC, control glucémico, años de progresión de la enfermedad. *Estadísticamente significativo. Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del estudio.

CONCLUSIONES

En conclusión, los índices aterogénicos evaluados demostraron utilidad como herramientas complementarias para la valoración del riesgo cardiovascular en pacientes con DM2 del estado de Guerrero. Aunque la mayoría de los participantes se clasificó en bajo riesgo mediante los índices de Castelli I y Kannel, el índice TG/HDL y el Índice Aterogénico de Plasma identificaron una mayor proporción de pacientes con riesgo cardiovascular moderado y alto, particularmente en hombres, lo que sugiere una mayor sensibilidad para detectar alteraciones cardiometabólicas asociadas con la dislipidemia diabética.

Los hallazgos evidencian la presencia de diferencias por sexo en variables antropométricas y metabólicas relacionadas con el riesgo cardiovascular, así como la importancia de integrar indicadores lipídicos compuestos en la evaluación clínica rutinaria de pacientes con DM2. La utilización de estos índices podría contribuir a una detección más temprana del riesgo cardiometabólico y favorecer estrategias preventivas dirigidas a disminuir la progresión de complicaciones cardiovasculares en esta población. Asimismo, los resultados aportan evidencia regional relevante para fortalecer el abordaje integral de la DM2 en el sur de México y resaltan la necesidad de realizar estudios prospectivos que permitan confirmar el valor predictivo de estos índices en el desarrollo de eventos cardiovasculares y complicaciones asociadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Basto-Abreu A, López-Olmedo N, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, Moreno-Banda GL, Carnalla M, et al. Prevalence of prediabetes and diabetes in Mexico: ENSANUT 2022. Salud Publica Mex. Vol. 65, 1, 2023, pp. 163-168.
2. Avendaño Mejía ME, Sosa López VL, Silva Benítez NL, Ojeda Aragón A, González Gallegos N, García Ramírez ZS. Prevalencia de complicaciones micro y macrovasculares en derechohabientes con diabetes mellitus, Salina Cruz, Oaxaca 2022–2024. South Florida Journal of Development. Vol. 5, 10, 2024, pp.1-12.
3. Raaj I, Thalamati M, Gowda M, Rao A. The Role of the Atherogenic Index of Plasma and the Castelli Risk Index I and II in Cardiovascular Disease. Cureus. Vol. 16, 11, 2024, pp. 1-12.

4. Jerez Fernández CI, Medina Pereira YA, Ortiz Chang AS, González Olmedo SI, Aguirre Gaete MC. Physiopathology and clinical alterations of diabetes mellitus type 2: literature review. NOVA. Vol. 20, 38, 2022, pp. 65–103.
5. Russo MP, Grande-Ratti MF, Burgos MA, Molaro AA, Bonella MB. Prevalence of diabetes, epidemiological characteristics and vascular complications. Arch Cardiol Mex. Vol. 93, 1, 2023, pp. 30–36.
6. Chale-De la Cruz AE, Quiroz-Gómez S, Landero-Jiménez R, Guzmán-Priego CG, Jiménez-Sastré A. Atherogenic risk profiles and cardiovascular risk assessment in hospitalized patients with type 2 diabetes. Cardiovascular and Metabolic Science. Vol. 36, 2, 2025, pp. 95-103.
7. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 11th ed. Brussels, Belgium, 2025, pp. 1–126.
8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estadísticas de Defunciones Registradas. Enero–Junio 2025. México, 2026. pp. 11-26.
9. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Resultados de Guerrero. México, 2018. pp.62-68.
10. Gobierno del Estado de Guerrero. Programa Sectorial de Salud 2022–2027. Salud. Guerrero, México, 2021, pp. 24–30.
11. Fu L, Zhou Y, Sun J, Zhu Z, Xing Z, Zhou S, et al. Atherogenic index of plasma is associated with major adverse cardiovascular events in patients with type 2 diabetes mellitus. Cardiovasc Diabetol. Vol. 20, 1, 2021. pp. 1-11.
12. Yin B, Wu Z, Xia Y, Xiao S, Chen L, Li Y. Non-linear association of atherogenic index of plasma with insulin resistance and type 2 diabetes: a cross-sectional study. Cardiovasc Diabetol. Vol. 22, 1, 2023.
13. Rodríguez-García MJ, Quintana-Ponce S, Ramírez-Torreblanca A, Miguel-Reyes X, Miguel-Reyes J, Urióstegui-Acosta M, et al. Cardiovascular risk in patients with diabetes in two populations of Guerrero, Mexico. Rev Mex Patol Clin Med Lab. Vol. 71, 1, 2024, pp. 1–14.
14. Ovalle-Luna OD, Jiménez-Martínez IA, Rascón-Pacheco RA, Gómez-Díaz RA, Valdez-González AL, Gamiochipi-Cano M, et al. Prevalencia de complicaciones de la diabetes y comorbilidades asociadas en medicina familiar del Instituto Mexicano del Seguro Social. Gac Med Mex. Vol. 155, 1, 2019, pp. 30–38.

EFECTO DE LA CREATINA MONOHIDRATADA EN LA RESISTENCIA A LA INSULINA Y MASA MUSCULAR EN SÍNDROME DE OVARIO POLIQUÍSTICO: REPORTE DE UN CASO CLÍNICO

Mayra García Mondragón[1], Ana Gabriela Campos Arroyo[2], Luis Daniel Caballero Macias[1]

[1]Instituto de Capacitaciones en Nutrición Clínico Deportivo, IINED, [2]Facultad de Químico Farmacobiología y Facultad de Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
iinednutricion@gmail.com

RESUMEN

El Síndrome de Ovario Poliquístico (SOP) ahora llamado Síndrome Ovárico Metabólico Poliendocrino (SOMP) es la endocrinopatía más prevalente en mujeres en edad fértil, afectando al 10-15 % de la población mundial. Esta condición presenta una fisiopatología compleja definida por alteraciones reproductivas y metabólicas, destacando la presencia de resistencia a la Insulina (RI), inflamación sistémica de bajo grado y disfunción mitocondrial (1). Dado que la RI actúa como un factor desencadenante central en la patogénesis del SOP, es importante revisar nuevos enfoques terapéuticos no farmacológicos para la preservación de la salud metabólica. En este contexto, la creatina monohidratada ha trascendido de su uso ergogénico tradicional y algunos estudios mencionan su potencial como sensibilizador a la insulina mediante la translocación de transportadores GLUT-4 por vías independientes de la insulina abriendo una ventana para investigar su posible efecto en la RI en SOP(2). Presentación de caso: femenina de 31 años con diagnóstico de SOP de 6 años de evolución, fatiga física y mental mediante la Escala de Severidad de Fatiga (FSS), acantosis nigricans con placas hiperpigmentadas de aspecto aterciopelado localizadas predominantemente en la región cervical posterior e hiperandrogenismo cutáneo en mentón y la región de las patillas. Criterios de selección: diagnóstico de SOP por criterios de Rotterdam, RI por HOMA-IR >2.5, actividad física ligera sin entrenamiento de fuerza, no tratamiento con medicamentos o suplementos sensibilizadores a la insulina, no uso de anticonceptivos orales en los últimos 3 meses. Intervención: durante un periodo de 12 semanas se suplemento la creatina con un protocolo de carga lineal dosis de (5g/día), plan de alimentación con ligero déficit calórico y de patrón bajo en carga glucémica, se realizaron análisis bioquímicos (insulina basal, glucosa en ayunas) y se evaluaron los cambios en la MME (Kg) y % masa grasa (MG) usando bioimpedancia vectorial al inicio de la intervención y posterior a la 12 semanas. Una vez concluido el tiempo de intervención se obtuvo una reducción de HOMA-IR de 0.8%, un aumento de MME de 600g, y disminución de MG 3.7%. La suplementación con creatina monohidratada (5g/día) durante 12 semanas, en sinergia con un plan de alimentación de baja carga glucémica, resultó efectiva en este caso para mejorar el perfil metabólico y la composición corporal de la paciente.

ABSTRACT

Polycystic Ovary Syndrome (PCOS), now called Polyendocrine Metabolic Ovarian Syndrome (PMOS), is the most prevalent endocrinopathy in women of childbearing age, affecting 10-15% of the global population. This condition presents a complex pathophysiology defined by reproductive and metabolic alterations, notably the presence of insulin resistance (IR), low-grade systemic inflammation, and mitochondrial dysfunction[1]. Given that IR acts as a central triggering factor in the pathogenesis of PCOS, it is important to review new non-pharmacological therapeutic approaches for the preservation of metabolic health. In this context, creatine monohydrate has transcended its traditional ergogenic use, and some studies mention its potential as an insulin sensitizer through the translocation of GLUT-4 transporters via insulin-independent pathways, opening a window to investigate its possible effect on IR in PCOS[2]. Case presentation: A 31-year-old female with a 6-year history of diagnosed PCOS, physical and mental fatigue according to the Fatigue Severity Scale (FSS), acanthosis nigricans with hyperpigmented velvety plaques located predominantly in the posterior cervical region, and cutaneous hyperandrogenism on the chin and sideburn area. Selection

criteria: PCOS diagnosis by Rotterdam criteria, IR by HOMA-IR >2.5, light physical activity without strength training, no treatment with insulin-sensitizing medications or supplements, and no oral contraceptive use in the past 3 months. Intervention: Over a 12-week period, creatine was supplemented using a linear loading protocol (dose of 5g/day), alongside a nutritional plan with a slight caloric deficit and a low glycemic load pattern. Biochemical analyses (basal insulin, fasting glucose) were performed, and changes in Skeletal Muscle Mass (SMM) in kg and Fat Mass (FM) percentage were evaluated using vector bioimpedance at baseline and after 12 weeks. Once the intervention period concluded, there was a 0.8% reduction in HOMA-IR, a 600g increase in SMM, and a 3.7% decrease in FM. Creatine monohydrate supplementation (5g/day) for 12 weeks, in synergy with a low glycemic load nutritional plan, proved effective in this case for improving the patient's metabolic profile and body composition.

INTRODUCCIÓN

El Síndrome Ovárico Metabólico Poliendocrino (SOMP / SOP) es una afección que durante décadas ha afectado a más de 170 millones de mujeres en todo el mundo en etapa reproductiva. Al principio, se creía que la raíz del problema se limitaba a sus síntomas más visibles como el acné, la caída del cabello o las irregularidades menstruales, encasillando el padecimiento en la simple presencia de quistes ováricos y tratándolo exclusivamente como un problema ginecológico (3). Sin embargo, en mayo de 2026, la perspectiva médica ha dado un giro importante para el diagnóstico y tratamiento al renombrar este síndrome como Síndrome Ovárico Metabólico Poliendocrino (SOMP). Esta actualización centra el origen de la afección a una situación metabólica, es decir, obesidad, diabetes tipo 2, hipertensión, dislipidemia, enfermedad hepática esteatósica detonado por la resistencia a la insulina (4).

La aparición de la RI se asocia como la causa principal de las afecciones del SOMP. El desarrollo de la resistencia a la insulina se caracteriza por una serie de alteraciones metabólicas, que incluyen, entre otras, la alteración de la captación de glucosa, el aumento de los niveles de glucosa en sangre y la disrupción del metabolismo lipídico. Estas alteraciones se inician por un fallo de las células del cuerpo, en particular las ubicadas en el hígado, el músculo esquelético y el tejido adiposo, para responder adecuadamente a la insulina (figura 1). (5)

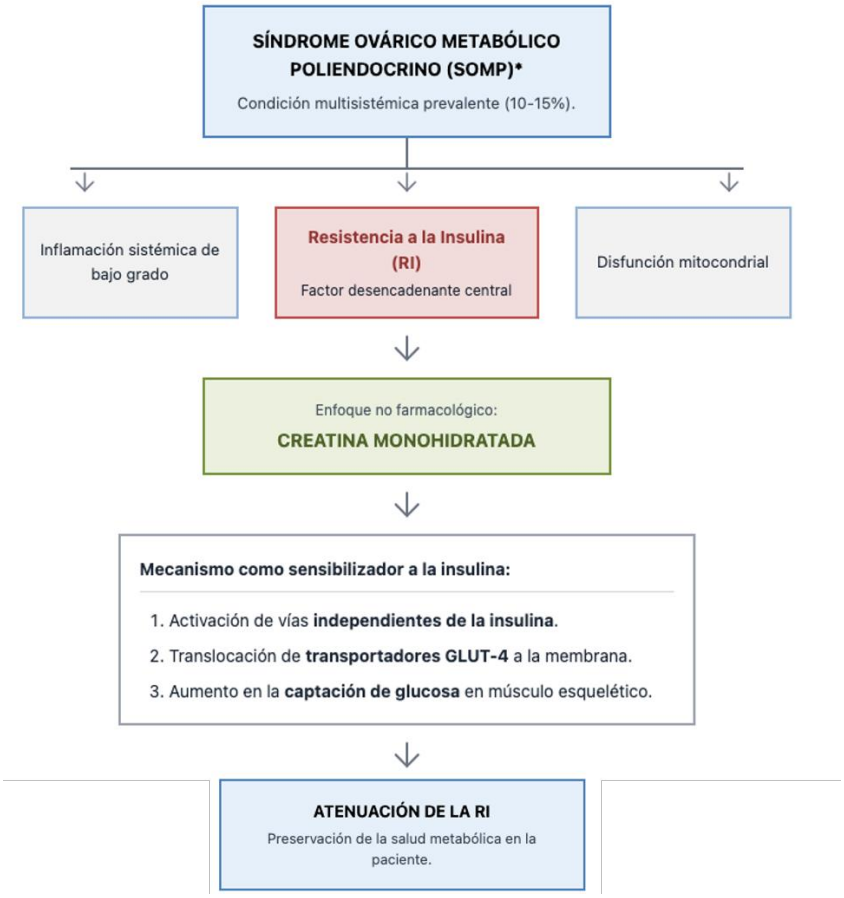
Si bien la RI puede controlarse eficazmente mediante modificaciones en el estilo de vida como intervenciones dietéticas y actividad física y el uso de fármacos, la suplementación con creatina ha emergido como una estrategia novedosa y prometedora para modular el metabolismo de la glucosa (6). Sin embargo, a pesar de la extensa investigación en torno a esta ayuda ergogénica, la evidencia sobre su aplicación clínica específica en mujeres aún es escasa. La cinética y el almacenamiento de la creatina difieren significativamente según el sexo; de hecho, las mujeres presentan reservas endógenas entre un 70 % y un 80 % menores en comparación con los hombres (7).

Creatina y el metabolismo de la glucosa

La creatina es un sustrato esencial para la reacción de la creatina quinasa en la resíntesis de ATP y actúa como un amortiguador endógeno fundamental para el pH metabólico y la disponibilidad de energía (7). La creatina es un ácido α-metilguanidinoacético un compuesto derivado de la guanidina, es una amina natural presente en las células del cuerpo humano en forma libre y fosforilada en fosfocreatina, en los seres humanos, aproximadamente el 95% de la creatina total del cuerpo se encuentra en el músculo esquelético y más del 60% se encuentra en forma de fosfocreatina (PCr). Las reservas de este compuesto tienen un origen dual: se sintetiza endógenamente en el hígado, los riñones y el páncreas a razón de 1 a 2 g/día a partir de los aminoácidos arginina, glicina y metionina, o bien se adquiere de forma exógena mediante la dieta, predominantemente a través del consumo de carnes y pescados. (6)

La suplementación con creatina beneficia el rendimiento y mejora las adaptaciones al entrenamiento, promueve la fuerza máxima, reduce el daño muscular durante el entrenamiento y aumenta la fuerza y la hipertrofia. La creatina es un suplemento seguro a corto y largo plazo. (10)

Figura 1. Síndrome Ovárico Metabólico Poliendocrino (SOMP / SOP) e impacto de creatina monohidratada (8,9)



Creatina en la salud de la mujer

Las mujeres presentan reservas endógenas de creatina entre un 70% y un 80% más bajas en comparación con los hombres, aunado a un consumo dietético significativamente menor. Más allá del rendimiento físico, la creatina juega un papel fundamental a nivel cerebral y en la adaptación hormonal a lo largo de las etapas de la vida de la mujer. Los cambios hormonales naturales que se experimentan durante el ciclo menstrual, el embarazo, el posparto y la menopausia alteran la forma en que nuestro cuerpo sintetiza y utiliza este nutriente. (7).

La forma en que nuestro cuerpo utiliza la creatina no siempre es la misma; cambia todo el tiempo dependiendo de nuestras hormonas y a lo largo de la etapa reproductiva de la mujer. Los niveles de estrógeno y progesterona modulan la actividad de la creatina quinasa y la expresión de enzimas clave en la síntesis endógena de este metabolito. Durante la fase lútea, caracterizada por altas concentraciones de estrógeno, se observa una elevación en el catabolismo proteico y desafíos fisiológicos en la saturación de glucógeno, configurando un escenario metabólico donde la suplementación con creatina resulta ideal para preservar la proteína muscular. (7)

Esta conexión tan estrecha entre la producción de energía celular y el sistema hormonal cobra todavía más importancia cuando se abordan alteraciones metabólicas como el SOMP, en este escenarios clínico, la suplementación con monohidrato de creatina ejerce un impacto bioquímico directo sobre la resistencia a la insulina. Al aumentar las reservas intramusculares de fosfocreatina, se estimula la translocación de los transportadores GLUT4 hacia la membrana de la célula muscular, lo que optimiza significativamente la captación de glucosa y el almacenamiento de glucógeno (13). La optimización de la sensibilidad insulínica constituye un eje fundamental en el abordaje nutricional, considerando que la hiperinsulinemia compensatoria representa el principal factor etiológico del desequilibrio endocrino en el SOMP. Mediante la atenuación de las fluctuaciones glucémicas y de insulina, potenciada por el entrenamiento de fuerza, se favorece la reducción del hiperandrogenismo ovárico. Este ajuste metabólico resulta indispensable para restablecer la función ovulatoria y promover la regularidad del ritmo menstrual (11). En la tabla 1 se muestran algunos antecedentes sobre el uso de la creatina en el SOMP.

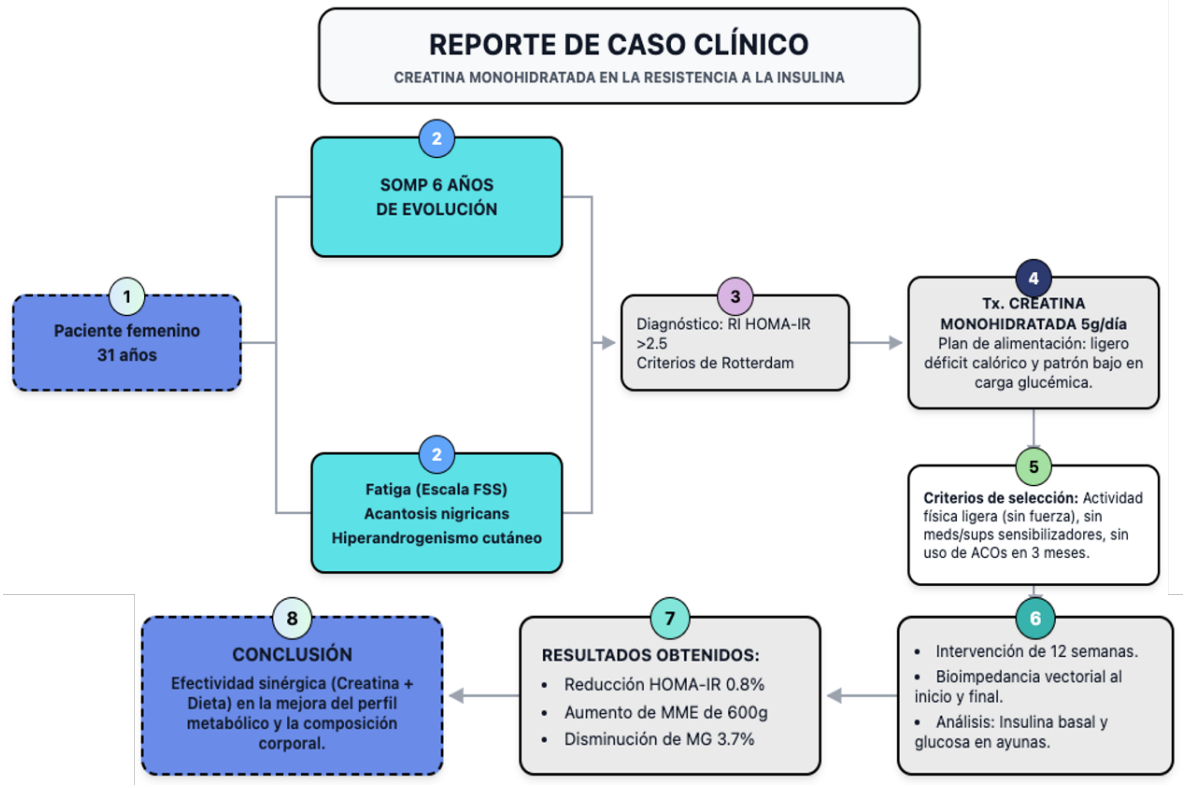
Tabla 1. Evidencia científica del uso de la creatina en el SOMP.

Referencia	Título del Estudio	Intervención	Resultados Metodológicos
Delpino, F. M., & Figueiredo, L. M. (2022) (10)	Does creatine supplementation improve glycemic control and insulin resistance in healthy and diabetic patients? A systematic review and meta-analysis	Revisión sistemática y metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados (ECA). Se analizaron marcadores metabólicos (glucosa en ayunas, niveles de insulina, índice HOMA-IR y pruebas de tolerancia oral a la glucosa) en sujetos suplementados con creatina, comparando los efectos metabólicos con y sin una intervención concurrente de ejercicio físico.	La suplementación redujo significativamente los niveles de glucosa plasmática tras una prueba de tolerancia oral a la glucosa. Los resultados demostraron que la creatina actúa de manera sinérgica con la contracción muscular para mejorar la captación de glucosa celular, aunque no modificó significativamente la insulina basal de forma aislada.
Smith-Ryan, A. E., Cabre, H. E., Eckerson, J. M., & Candow, D. G. (2021) (7)	Creatine supplementation in women's health: a lifespan perspective	Análisis fisiológico y revisión narrativa del ciclo de la creatina adaptado específicamente a la endocrinología de la mujer. Se evaluó la cinética de la creatina durante las distintas fluctuaciones estrogénicas (fase folicular, fase lútea, embarazo y la transición hacia la menopausia) y su impacto directo en la salud ósea, la preservación de la masa magra y la función neurológica.	Confirmó que la síntesis endógena de creatina fluctúa conforme a los niveles de estrógeno. En la transición menopáusica (declive estrogénico), la suplementación demostró contrarrestar la pérdida acelerada de masa magra y densidad ósea, actuando como un soporte metabólico crucial ante el nuevo entorno hormonal.

Gualano, B., de Salles Painelli, V., Roschel, H., Artioli, G. G., Neves Jr, M., de Sá Pinto, A. L., ... & Lancha Jr, A. H. (2011) (11)	Creatine in type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo con una duración de 12 semanas. Pacientes diagnosticados con diabetes tipo 2 recibieron 5 g/día de creatina monohidratada en conjunto con un programa estructurado de entrenamiento físico. Se extrajeron biopsias musculares para cuantificar el contenido de la proteína transportadora GLUT4.	El grupo tratado con creatina evidenció una reducción clínicamente significativa de la hemoglobina glucosilada (HbA1c). A nivel histológico, las biopsias revelaron un incremento marcado en la translocación del transportador GLUT4 hacia el sarcolema, confirmando su mecanismo de acción sobre la resistencia a la insulina.
Pinto, C. L., Botelho, P. B., Pimentel, G. D., Iglesias, A. H., & Mota, J. F. (2016) (6)	Creatine supplementation and glycemic control: a systematic review	Revisión sistemática de ensayos clínicos en humanos diseñada para aislar el efecto directo de la suplementación con creatina sobre el metabolismo de los carbohidratos. Se investigó específicamente su capacidad para inducir estrés osmótico intracelular (voluminización) y la consecuente activación de vías de señalización independientes de la insulina.	La evidencia metodológica sostiene que la voluminización celular inducida por la creatina desencadena la activación de la AMPK (Proteína Quinasa Activada por AMP). Esta vía fomenta la captación de glucosa periférica para restaurar el balance energético, mejorando el control glucémico independientemente de la respuesta secretora de insulina.
Derave, W., Eijnde, B. O., Verbessem, P., Ramaekers, M., Van Leemputte, M., Richter, E. A., & Hespel, P. (2003) (12)	Combined creatine and protein supplementation in conjunction with resistance training promotes muscle GLUT-4 content and glucose tolerance in humans	Ensayo clínico en humanos en el que se sometió a los participantes a un protocolo de suplementación combinada (creatina y proteína) junto con un programa de entrenamiento de fuerza. La variable metodológica primaria consistió en la medición de la abundancia total y la fracción activa de la proteína GLUT4 en el tejido muscular, obtenida mediante biopsias previas y posteriores a la intervención.	Resultó en un incremento sustancial en la abundancia total de transportadores GLUT4 en el tejido musculoesquelético. La creatina potenció el efecto anabólico del entrenamiento, expandiendo estructuralmente la capacidad del músculo para actuar como "sumidero" fisiológico de la glucosa circulante.

Caso clínico

El estudio se basó en una paciente femenina de 31 años con diagnóstico de SOMP de 6 años de evolución, fatiga física y mental mediante la Escala de Severidad de Fatiga (FSS), acantosis nigricans con placas hiperpigmentadas de aspecto aterciopelado localizadas predominantemente en la región cervical posterior e hiperandrogenismo cutáneo en mentón y la región de las patillas. Criterios de selección: diagnóstico de SOP por criterios de Rotterdam, RI por HOMA-IR >2.5, actividad física ligera sin entrenamiento de fuerza, no tratamiento con medicamentos o suplementos sensibilizadores a la insulina, no uso de anticonceptivos orales en los últimos 3 meses. Intervención: durante un periodo de 12 semanas se suplemento la creatina con un protocolo de carga lineal dosis de (5g/día), plan de alimentación con ligero déficit calórico y de patrón bajo en carga glucémica, se realizaron análisis bioquímicos (insulina basal, glucosa en ayunas) y se evaluaron los cambios en la MME (Kg) y % masa grasa (MG) usando bioimpedancia vectorial al inicio de la intervención y posterior a las 12 semanas.



RESULTADOS

Tras la intervención de 12 semanas con una suplementación de dosis de 5 g/día de creatina monohidratada y un plan de alimentación con ligero déficit calórico (1350 kcal/día) con un patrón alimentario de baja carga glucémica (CG) y bajo índice glucémico (IG), las evaluaciones bioquímicas y de bioimpedancia mostraron cambios clínicamente significativos en la paciente. A nivel metabólico, se registró una reducción del 0.8% en el índice HOMA-IR, lo cual evidenció una disminución de la resistencia a la insulina. Esta mejora concuerda con la literatura revisada como los estudios de Gualano et al. (2011) y Pinto et al. (2016) que sustentan que la creatina promueve el aumento de agua dentro de la célula y activa vías metabólicas independientes de la insulina (como la AMPK), induciendo la translocación de transportadores GLUT-4 hacia la membrana celular.

A nivel de composición corporal, se logró un incremento de 600 g en la Masa Muscular Esquelética (MME) y una disminución del 3.7% en la Masa Grasa (MG). Un punto clave fue el aumento de la

(MME) que se obtuvo en un escenario de actividad física ligera y en total ausencia de entrenamiento de fuerza. Este hallazgo nos sugiere que la creatina podría tener un efecto metabólico propio tal como lo describieron Derave et al. (2003) ayudando al músculo a captar mejor la glucosa circulante sin embargo al tratarse del reporte de un solo caso, aún necesitamos que se realicen más estudios clínicos para confirmarlo por completo. En el contexto del SOMP, esta optimización de la composición corporal y la mitigación de la carga glucémica son pasos fundamentales para reducir la hiperinsulinemia compensatoria, abordando de raíz manifestaciones clínicas como la fatiga crónica y el hiperandrogenismo cutáneo (acantosis nigricans) presentes y la raíz de la afección del SOMP.

CONCLUSIÓN

La suplementación con creatina monohidratada (5 g/día) durante 12 semanas, aplicada en combinación con un patrón alimentario de baja (CG) e (IG) demostró ser una intervención clínica efectiva para mejorar el perfil metabólico y la composición corporal en este caso de SOMP. Los resultados obtenidos refuerzan la necesidad nutricional de abordar el SOMP desde su eje etiología central: la resistencia a la insulina y la inflamación sistémica de bajo grado.

El presente reporte de caso documenta que la creatina ha trascendido más allá de su uso ergogénico tradicional, consolidándose como una herramienta terapéutica no farmacológica coadyuvante para mejorar la sensibilización a la insulina al mejorar el equilibrio energética y proteger la integridad de la MME frente al entorno hormonal cambiante característico de la mujer tal como lo reportan Smith-Ryan et al. (2021). Estos hallazgos abren una importante línea de investigación clínica, sugiriendo que la integración de la creatina en el abordaje nutricional ofrece un enfoque seguro, eficaz y esencial para la preservación de la salud metabólica femenina a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Donnell, T., Cussen, L., McIlroy, M., y O'Reilly, M. W. (2022). Characterizing skeletal muscle dysfunction in women with polycystic ovary syndrome. *Therapeutic advances in endocrinology and metabolism*, *13*, 20420188221113140. https://doi.org/10.1177/20420188221113140
2. Solis, MY, Artioli, GG y Gualano, B. (2021). Potencial de la creatina en el control de la glucosa y la diabetes. *Nutrients* , *13* (2), 570. https://doi.org/10.3390/nu13020570
3. The Lancet (2026) Teede, H. J., et al. (2026). Polyendocrine metabolic ovarian syndrome, the new name for polycystic ovary syndrome: a multistep global consensus process. *The Lancet*. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(26)00717-8
4. Zhang, M., et al. (2025). *Insulin Resistance in PCOS: Pathophysiological Mechanisms of Menstrual Dysfunction and Evidence-Based Treatment Strategies.* Biology of Reproduction. https://doi.org/10.1093/biolre/ioaf197
5. Ahn, B. (2025). Avances en la resistencia a la insulina: mecanismos moleculares, dianas terapéuticas y perspectivas futuras. *International Journal of Molecular Sciences* , *26* (6), 2574. https://doi.org/10.3390/ijms26062574
6. Pinto, C. L., Botelho, P. B., Pimentel, G. D., Campos-Ferraz, P. L., & Mota, J. F. (2016). Creatine supplementation and glycemic control: a systematic review. *Amino acids*, *48*(9), 2103–2129. https://doi.org/10.1007/s00726-016-2277-1
7. Smith-Ryan, A. E., Cabre, H. E., Eckerson, J. M., & Candow, D. G. (2021). Creatine Supplementation in Women's Health: A Lifespan Perspective. *Nutrients*, *13*(3), 877. https://doi.org/10.3390/nu13030877
8. Młynarska, E., Leszto, K., Katańska, K., Prusak, A., Wieczorek, A., Jakubowska, P., Rysz, J., & Franczyk, B. (2025). Creatine Supplementation Combined with Exercise in the Prevention of Type 2 Diabetes: Effects on Insulin Resistance and Sarcopenia. *Nutrients*, *17*(17), 2860. https://doi.org/10.3390/nu17172860
9. Ceddia, R. B., & Sweeney, G. (2004). Creatine supplementation increases glucose oxidation and AMPK phosphorylation and reduces lactate production in L6 rat skeletal muscle cells. *The Journal of physiology*, *555*(Pt 2), 409–421. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.056291

10. Delpino, F. M., & Figueiredo, L. M. (2022). Does creatine supplementation improve glycemic control and insulin resistance in healthy and diabetic patients? A systematic review and meta-analysis. Clinical Nutrition ESPEN, 47, 128–134. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.11.006
11. Gualano, B., de Salles Painelli, V., Roschel, H., Artioli, G. G., Neves Jr, M., de Sá Pinto, A. L., ... & Lancha Jr, A. H. (2011). Creatine in type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *43*(5), 770-778. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181fcee7d
12. Derave, W., Eijnde, B. O., Verbessem, P., Ramaekers, M., Van Leemputte, M., Richter, E. A., & Hespel, P. (2003). Combined creatine and protein supplementation in conjunction with resistance training promotes muscle GLUT-4 content and glucose tolerance in humans. *Journal of Applied Physiology*, *94*(5), 1910-1916. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00977.2002
13. Forbes, S. C., et al. (2022). Effects of Creatine Supplementation on Glycemic Control: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*, 14(4), 867.

ACTITUDES HACIA LA LACTANCIA MATERNA EN ESPACIOS PÚBLICOS: DIFERENCIAS POR GÉNERO Y ÁREA DE FORMACIÓN EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

María Montserrat López Ortiz, María del Pilar Fernández Carrasco, Elsa Patricia Olivares Navarrete y Jose Castillo Gutierrez

Departamento de Medicina y Nutrición, DCS, Campus León, Universidad de Guanajuato.
mmlopezortiz@ugto.mx

RESUMEN

La lactancia materna (LM) en espacios públicos continúa siendo objeto de controversia debido a normas sociales, percepciones de incomodidad y constructos culturales que pueden limitar su práctica. Evaluar las actitudes de la población joven universitaria permite identificar barreras simbólicas y áreas de oportunidad para promover la normalización de la LM como derecho de las personas que ofrecen lactancia y sus hijos e hijas. Con este propósito, se realizó un estudio cuyo objetivo fue describir las actitudes hacia la LM en espacios públicos entre estudiantes universitarios y comparar diferencias por género y división académica. Estudio transversal con 354 estudiantes con edad media de 20.39 años (DE = 2.36), predominando el género femenino (66.95%). La muestra incluyó estudiantes de Ciencias de la Salud (70.62%), Ciencias e Ingenierías (15.25%) y Ciencias Sociales y Humanidades (14.12%). Se aplicó un instrumento auto administrado1 en formato electrónico compuesto por 11 ítems en escala Likert de cinco puntos, incluyendo cinco ítems en sentido inverso (2, 3, 4, 6 y 7), donde mayores puntuaciones reflejan actitudes más favorables hacia la LM en público. Se realizó análisis estadístico descriptivo e inferencial mediante ANOVA para comparación entre grupos por género y división académica. Los resultados mostraron actitudes más favorables hacia la LM en público, con medias altas en la mayoría de los ítems (rango 4.25–4.71). Destacó el mayor acuerdo respecto al derecho de las mujeres a amamantar en espacios públicos (M = 4.71) y la necesidad de leyes que protejan la extracción de leche materna en el ámbito laboral (M = 4.706). Los ítems invertidos, relacionados con vergüenza, incomodidad o moralización negativa, también presentaron medias altas (≥4.38), indicando baja estigmatización hacia la LM. El análisis por género reveló diferencias significativas en los ítems 2, 3, 4, 9, 10, 11 y en el puntaje total ($p < 0.05$). Las mujeres mostraron actitudes más favorables que los hombres. Los participantes no binarios y de género fluido mantuvieron medias altas (tamaños muestrales reducidos). Por división académica, se observaron diferencias en los ítems 9, 10, 11 y en el puntaje total ($p < 0.05$), donde los estudiantes de Ciencias de la Salud obtuvieron puntuaciones significativamente superiores frente a Ciencias e Ingenierías, posiblemente debido a su mayor exposición a contenidos relacionados con salud materno-infantil. En conclusión, los estudiantes universitarios evaluados presentan actitudes notablemente favorables hacia la LM en espacios públicos y un amplio respaldo a políticas que garanticen derechos de lactancia y extracción de leche. Las diferencias por género y área académica evidencian la importancia de incluir estrategias educativas transversales que promuevan la normalización social de la LM en todos los contextos, favoreciendo entornos universitarios más inclusivos y respetuosos de la práctica de la lactancia.

INTRODUCCIÓN

El término "actitud" se refiere al grado en que una persona valora como favorable o desfavorable una conducta, en el caso de la lactancia materna (LM) en público, se refiere a la postura de las personas ante el acto de amamantar en lugares públicos. Las actitudes negativas hacia la LM en público están influenciadas por factores culturales, socioeconómicos, psicológicos y educativos, y causan respuestas protectoras frente a la vergüenza, la incomodidad, la culpa y la ansiedad provocadas por un entorno hostil.

La Academia Nacional de Medicina ha enfatizado la importancia de empoderar a las mujeres para amamantar exclusivamente por seis meses y de promover políticas laborales que favorezcan la

lactancia. Factores socioeconómicos, como la falta de prestaciones laborales en trabajos informales, dificultan la práctica de la LM. En el artículo 9 de la Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación, se reconoce el derecho de las personas a amamantar en espacios públicos.

La evidencia científica ha mostrado que existe un conocimiento limitado y actitudes neutrales hacia la LM, a pesar de sus numerosos beneficios médicos, psicológicos y nutricionales tanto para los niños como para las madres, estas actitudes pueden presentarse en personas que conviven en entornos donde la formación académica puede promover un pensamiento crítico, como es la universidad.

TEORÍA

El término actitud se define como el grado en que una persona evalúa o valora como favorable o desfavorable una conducta (1). Hablando específicamente sobre actitudes hacia la lactancia materna (LM) en público, puede definirse como la forma en que una persona valora como favorable o desfavorable el acto de amamantar a un bebé en un lugar público. Las actitudes negativas hacia la LM en público están moldeadas por diversos factores incluidos los aspectos culturales, socioeconómicos, psicológicos y educativos, provocando que las personas que ofrecen lactancia muestren actitudes protectoras como no ofrecer lactancia en público, esconderse o taparse, las cuales suelen ser una respuesta funcional ante la vergüenza, la incomodidad, la culpa y la ansiedad provocadas por un entorno hostil (2,3).

La LM existe dentro de una cultura patriarcal donde el estigma de género interactúa con características como el racismo y el clasismo, lo que se refleja en la sexualización de los senos y las normas sociales que pueden crear un entorno estigmatizante para la LM en público (2). En 2020 en México, se incorporó en el Artículo 9, Fracción XXXIV, de la Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación, un reconocimiento explícito del derecho de las personas a amamantar en espacios públicos, considerando discriminatorio cualquier prohibición, limitación o restricción de este acto (4). Los factores socioeconómicos como, la falta de apoyo de los sistemas de salud, políticas laborales ineficientes, falta de apoyo de la pareja o familia, desempeñan un papel significativo en la LM en público, especialmente para las personas con trabajos informales que carecen de prestaciones laborales. La necesidad de regresar al trabajo poco después del parto obliga a las personas que amamantan a modificar sus prácticas de lactancia debido a la falta de entornos laborales que las apoyen (5).

En México, la legislación relacionada con la LM está contemplada en el artículo 170 de la Ley Federal del Trabajo, que ha estado en vigor durante varias décadas con el objetivo de proteger los derechos de las trabajadoras y fomentar un entorno favorable para quienes amamantan (6). La postura de la Academia Nacional de Medicina en torno a la LM en México, expresada en el apartado de Legislación, insiste en “Empoderar a las mujeres para amamantar de manera exclusiva a sus hijos por 6 meses, a través de contar y cumplir con las leyes de maternidad necesarias”. De igual manera, señala que "es necesario contar con políticas que promuevan que las mujeres puedan amamantar o contar con salas de lactancia en el lugar de trabajo. Finalmente, es importante concientizar a la población y promover que las mujeres puedan lactar en lugares públicos sin ser incomodadas” (7).

Las actitudes, suponen procesos valorativos inherentes. Dependiendo de lo positivo o negativo que resulten ser estas evaluaciones, así mismo quedará determinado el valor (positivo o negativo) de un determinado objeto o situación. Entonces, si las evaluaciones son favorables se esperaría que la actitud hacia ese objeto o situación sea igualmente favorable y que, del mismo modo, si la valoración es negativa o en contra del objeto, se debería esperar que las actitudes sean negativas o desfavorables (8). Las actitudes y percepciones de los miembros de la sociedad hacia la lactancia materna en lugares públicos influyen en los sentimientos y decisiones de las mujeres para continuar o finalizar esta práctica (9).

Los resultados del estudio de López Ortiz et al. mostraron que la mayoría de las personas de la comunidad universitaria (docentes, directivos, estudiantes y administrativos) tenían una actitud positiva hacia la práctica de la lactancia materna en público y estaban de acuerdo con las políticas de lactancia, así como con la implementación de espacios como salas de lactancia (10).

El resultado del estudio de Zhao reveló que el conocimiento y la experiencia previa sobre la lactancia materna juegan un papel fundamental en las percepciones y actitudes hacia amamantar en público, lo que resalta la importancia de la educación en este tema. Además, la incomodidad de amamantar en espacios públicos es un factor determinante en la decisión de las mujeres de amamantar y en la duración de la lactancia. En este sentido, las mujeres, las personas casadas, quienes tienen hijos, poseen conocimientos sobre lactancia o han visto a mujeres amamantando en público son más propensas a tener percepciones y actitudes positivas hacia esta práctica (9).

Otros estudios han evaluado actitudes hacia la LM, pero sin enfocarse específicamente en la lactancia materna en espacios públicos, en 2016 se realizó un estudio transversal para adaptar y determinar la validez y fiabilidad de la escala Iowa Infant Feeding and Attitude Scale (IIFAS) en mujeres mexicanas embarazadas y se concluyó que la encuesta es válida y confiable en nuestro medio para la población estudiada, además de que se evidenció el bajo porcentaje de actitud positiva hacia la LM exclusiva (11). Posterior a la validación de la escala, se aplicó en un estudio diferente y se encontró que la mayoría de las participantes presentó una actitud neutral y únicamente 10% tuvo una actitud positiva hacia la LM (12).

Los estudios previos muestran la presencia de actitudes neutras hacia la LM y la LM en público, a pesar de que esta práctica es el estándar de oro en la alimentación de recién nacidos e infantes (12). Además, es bien conocido que la LM ofrece numerosos beneficios médicos, psicológicos y nutricionales a corto y largo plazo. Entre las ventajas para los lactantes, destacan la reducción de la mortalidad infantil, la prevención de enfermedades y la mejora del desarrollo cognitivo (13, 14). En cuanto a las madres que ofrecen LM, se han observado beneficios como la prevención de hemorragia obstétrica, disminución de depresión posparto, y disminución en la incidencia de enfermedades crónicas y neoplasias, como cáncer de mama y ovario (13).

Es evidente que la LM proporciona beneficios sustanciales para la salud tanto de los niños como de las madres. Sin embargo, sigue siendo necesario promover, apoyar y proteger esta práctica, prestando especial atención a las situaciones en las cuales las personas que ofrecen lactancia se sienten menos apoyadas o vulneradas, como es el caso de la LM en público. De hecho, muchas personas que ofrecen lactancia renuncian a esta práctica debido a las dificultades y la falta de apoyo en estos contextos (14).

PARTE EXPERIMENTAL

Estudio observacional, comparativo, prospectivo y transversal, con la participación de estudiantes universitarios del Campus León de la Universidad de Guanajuato. Los criterios de inclusión fueron estudiantes universitarios inscritos en alguno de los programas educativos del Campus León de cualquier género, mayores de 18 años, semestre indistinto, que aceptaron participar voluntariamente en el proyecto. El muestreo fue de tipo no probabilístico por simple disponibilidad y se incluyó a todas las personas que aceptaron participar durante el período del estudio (mayo-julio 2025).

Antes de comenzar el estudio se envió el protocolo para su revisión por el Comité académico de la Licenciatura en Nutrición y el Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Guanajuato (CEPIUG). Una vez que se contó con la aprobación (CEPIUG-P08-2025) se procedió al inicio del estudio.

La encuesta fue aplicada a estudiantes universitarios que cumplieron los criterios de inclusión y que pertenecían a alguna de las divisiones del Campus León: Ciencias de la Salud, Ciencias e Ingenierías y Ciencias Sociales y Humanidades y que voluntariamente aceptaron participar.

Para comenzar, se hizo la invitación al estudio de manera presencial por parte del investigador en las aulas de las tres divisiones del Campus León de la Universidad de Guanajuato, para esto se solicitó un espacio de 30 minutos al coordinador/maestro de la UDA, previa solicitud de permiso a las autoridades correspondientes. La convocatoria se hizo mediante la presentación de una infografía en un tiempo de 10 minutos describiéndose los objetivos y los criterios de inclusión para participar en el estudio. Los participantes que decidieron formar parte del proyecto recibieron la hoja de información del proyecto y una vez que quedó comprendida la información y se revisó que no había dudas, se dió una copia del documento y se solicitó que firmaran el consentimiento informado, posteriormente se les dio una copia de este.

Las personas participantes contaron con un tiempo de 20 minutos para completar la encuesta a la cual pudieron acceder mediante un enlace que los dirigía a un formulario en la plataforma Microsoft Forms. En la primera parte del formulario se encontraba la información correspondiente a las variables sociodemográficas: edad, género, división, programa educativo, semestre y estado civil y posteriormente la encuesta, que fue un instrumento autoadministrado compuesto por 11 ítems, de los cuales siete están orientados a evaluar las actitudes hacia la lactancia materna en espacios públicos, dos se centran en las salas de lactancia y los dos restantes abordan las políticas de lactancia materna. En la encuesta hay cinco ítems en sentido inverso (2, 3, 4, 6 y 7), donde mayores puntuaciones reflejan actitudes más favorables hacia la LM en público. Se utilizó una escala Likert de 1 a 5 puntos con los siguientes valores: 1 = totalmente de acuerdo, 2 = de acuerdo, 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = en desacuerdo y 5 = totalmente en desacuerdo.

La información fue recabada directamente en una base de datos a la cual solo tuvieron acceso las personas investigadoras, manteniendo estricta confidencialidad en todo momento. En el desarrollo del proyecto se cumplió con la observancia de los principios éticos internacionales y nacionales dictados en la Declaración de Helsinki 2024 y, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud 2014, respectivamente; cumpliendo con los principios éticos de respeto a la autonomía del individuo, beneficencia, no maleficencia y justicia, garantizando el respeto a la dignidad de las personas.

El análisis estadístico de los datos se realizó de la siguientes manera: para las características sociodemográficas de las y los estudiantes con estadística descriptiva (media y desviación estándar para variables cuantitativas y frecuencia y porcentaje para variables cualitativas). Los resultados de la escala de Likert de la encuesta de actitudes se usaron de forma cualitativa y se reportaron en porcentajes de acuerdo, y de forma cuantitativa mediante puntajes y se reportaron en media y desviación estándar. Y para la estadística inferencial se aplicó la prueba ANOVA de una vía con prueba post-hoc para la comparación entre grupos por género y división académica. Se consideró un p-valor <0.05 como estadísticamente significativo y se utilizó el Paquete SPSS Versión 29.0.2.

RESULTADOS

En el estudio participaron 354 estudiantes con edad media de 20.39 años (DE = 2.36), predominando el género femenino (66.95%) y las personas solteras (98.31%). Respecto al área de formación, la mayoría pertenecía a la División de Ciencias de la Salud (70.6%). Ver Tabla 1.

Tabla 1. Variables sociodemográficas de la muestra de estudiantes universitarios.

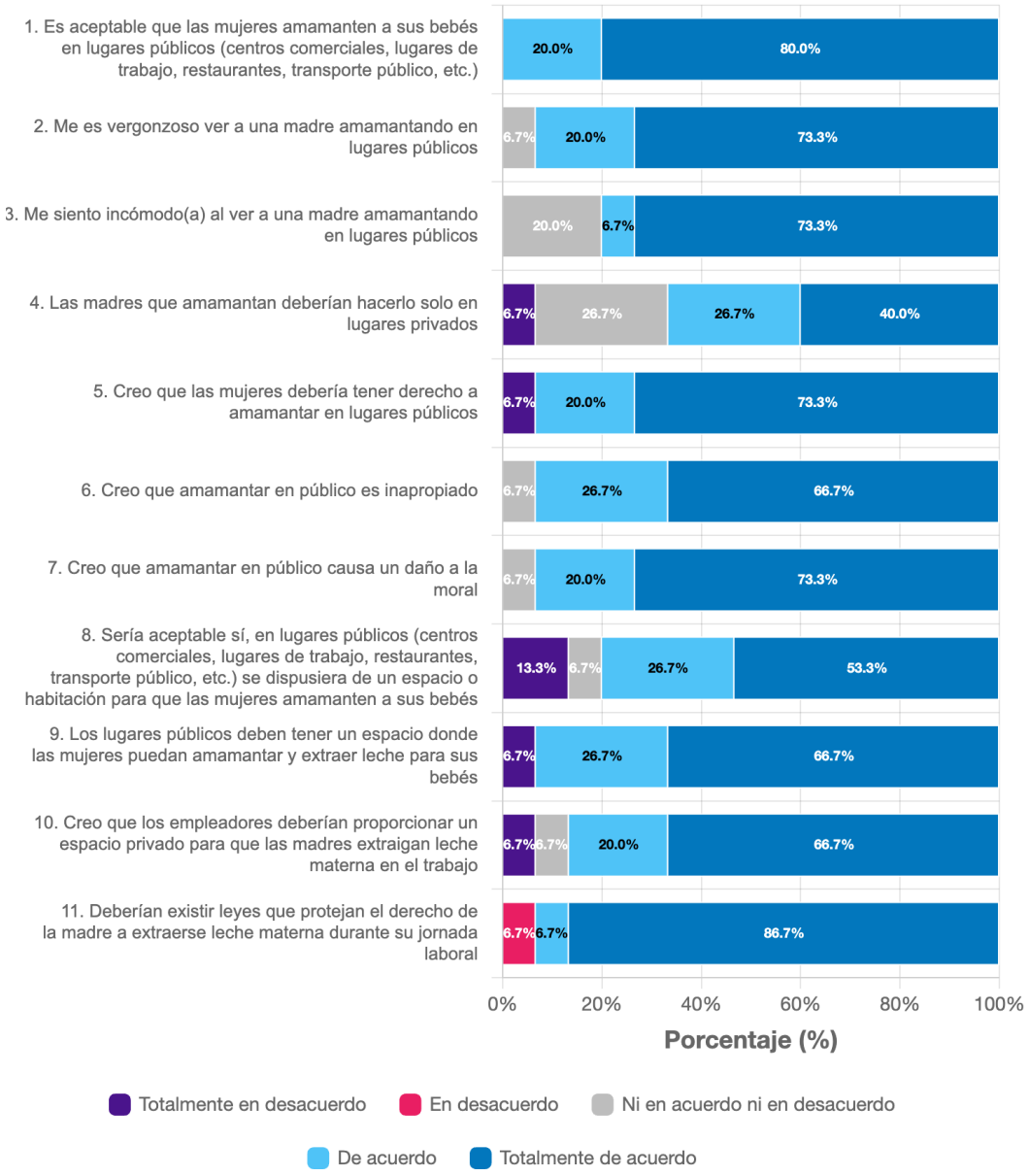
Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Género	Femenino	237	66.95%
	Masculino	112	31.64%
	No binario	3	0.85%
	Agénero	1	0.28%
	Género fluido	1	0.28%
Estado civil	Soltero (a)	348	98.31%
	Casado (a)	3	0.85%
	Unión libre	3	0.85%

División Académica	Ciencias de la Salud	250	70.62%
	Ciencias e Ingenierías	54	15.25%
	Ciencias Sociales y Humanidades	50	14.12%
Programa Educativo	Médico cirujano	121	34.18%
	Psicología	47	13.28%
	Nutrición	42	11.86%
	Fisioterapia	29	8.19%
	Ingeniería biomédica	28	7.91%
	Ciencia política y administración pública	14	3.95%
	Cultura y arte	12	3.39%
	Física	12	3.39%
	Ingeniería química sustentable	12	3.39%
	Sociología	11	3.11%
	Enfermería y obstetricia	8	2.26%
	Trabajo social	8	2.26%
	Antropología social	4	1.13%
	Ciencias de la actividad física y salud	3	0.85%
	Ingeniería física	2	0.56%
	Desarrollo y gestión del territorio	1	0.28%
Semestre	1	70	19.77%
	2	67	18.93%
	3	84	23.73%
	4	22	6.21%
	5	7	1.98%
	6	36	10.17%
	7	19	5.37%
	8	21	5.93%
	9	3	0.85%
	11	7	1.98%
	12	12	3.39%
	13	6	1.69%

(n = 354) Datos presentados en frecuencia y porcentaje

Los resultados de las actitudes analizadas de acuerdo a la escala Likert, indicaron en su mayoría la aceptación social de la lactancia materna en público, dado que el 80% está "Totalmente de acuerdo" en que es aceptable que las mujeres amamanten en lugares públicos, mientras que el 73.3% está "Totalmente de acuerdo" con que las mujeres deben tener derecho a amamantar en público. Ver Figura 1.

Figura 1. Actitudes de estudiantes universitarios hacia la lactancia materna en público (n=354).



Respecto a las actitudes hacia la lactancia en el análisis cuantitativo, se encontró que las puntuaciones medias de los 11 ítems fueron altas (rango 4.25–4.71), indicando predominantemente actitudes positivas hacia la LM en público. Los ítems invertidos (2,3,4,6,7) también mostraron medias elevadas (≥4.38), lo que reafirma una aceptación generalizada y baja incomodidad ante la LM en espacios públicos.

La comparación de las puntuaciones de actitudes por género se presenta en la Tabla 2. El análisis estadístico mostró diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de los reactivos evaluados: se observaron puntuaciones más altas en mujeres y género distinto al masculino: En los ítems donde se encontraron diferencias significativas (Ítems 2, 3, 4, 9, 10 y 11), el grupo Femenino y el grupo No binario mostraron medias más elevadas.

Se encontraron diferencias significativas en el Ítem 2 (p=0.006), Ítem 3 (p=0.001) e Ítem 4 (p=0.013). Las pruebas post-hoc confirmaron que los hombres puntúan significativamente más bajo que las mujeres (grupos 1-2) y que el grupo no binario (grupos 2-5).

La necesidad de espacios públicos para amamantar (Ítem 9; (p <0.001), la provisión de espacios privados por parte de empleadores (Ítem 10; (p < .001) y la existencia de leyes protectoras (Ítem 11; (p=0.031) mostraron diferencias críticas. El grupo masculino puntuó significativamente por debajo del grupo femenino en los tres aspectos.

Tabla 2. Comparación de puntuaciones en las actitudes hacia la lactancia materna en público según el género de estudiantes universitarios.

Ítem	Femenino (n=237)	Masculino (n=112)	Agénero (n=1)	Género Fluido (n=1)	No binario (n=3)	ANOVA p	Post-hoc (pares p<0.05)
ITEM1	4.56 ± 0.94	4.49 ± 0.92	5.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.803	NS
ITEM2	4.63 ± 0.76	4.28 ± 1.03	4.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.006	1-2; 1-5; 2-5
ITEM3	4.63 ± 0.71	4.25 ± 0.98	5.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.001	1-2; 1-5; 2-5
ITEM4	4.48 ± 0.84	4.14 ± 1.03	5.00 ± nan	4.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.013	1-2; 1-5; 2-5
ITEM5	4.77 ± 0.55	4.58 ± 0.73	5.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.076	NS
ITEM6	4.69 ± 0.61	4.48 ± 0.81	5.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.069	NS
ITEM7	4.75 ± 0.60	4.56 ± 0.79	5.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.133	NS
ITEM8	4.29 ± 1.09	4.15 ± 1.06	3.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.340	NS
ITEM9	4.62 ± 0.73	4.26 ± 0.95	3.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	<.001	1-2; 1-5; 2-5
ITEM10	4.64 ± 0.74	4.28 ± 0.92	3.00 ± nan	5.00 ± nan	4.67 ± 0.58	<.001	1-2
ITEM11	4.78 ± 0.60	4.54 ± 0.75	5.00 ± nan	5.00 ± nan	5.00 ± 0.00	0.031	1-2; 1-5; 2-5

Datos presentados en Media ± DE. Nan: No es un número, no hay valor de DE dado el tamaño muestral. p-valor por ANOVA de una vía, posthoc Tukey HSD y Games-Howell. Grupos: 1 Femenino, 2 Masculino, 3 Agénero, 4 Género fluido y 5 No binario.

La comparación de las puntuaciones de actitudes por área de formación se presenta en la Tabla 3. A diferencia del género, el área de estudios presentó una menor variabilidad, concentrando las diferencias significativas exclusivamente en los ítems vinculados a los derechos y la infraestructura laboral para la lactancia. Se observó que el grupo de estudiantes de Ciencias de la Salud registró de manera sistemática las medias más altas en los reactivos que mostraron diferencias estadísticas significativas: disposición de espacios públicos para la lactancia (Ítem 9, (p=0.001)), espacios laborales privados en los centros de trabajo (Ítem 10 (p < 0.001)) y marcos legales de protección durante la jornada de trabajo (Ítem 11, (p=0.002)).

Las comparaciones por grupos revelaron que estas diferencias ocurren específicamente entre Ciencias de la Salud y Ciencias e Ingenierías (grupos 1-2 en Ítems 9, 10 y 11), donde el área de ingenierías muestra menor acuerdo. Adicionalmente, en el Ítem 10, Ciencias de la Salud también superó significativamente a Ciencias Sociales y Humanidades (grupos 1-3).

Tabla 3. Comparación de puntuaciones en las actitudes hacia la lactancia materna en público según área de formación de estudiantes universitarios.

Ítem	Ciencias de la Salud (n=250)	Ciencias e Ingenierías (n=54)	Ciencias Sociales y Humanidades (n=50)	ANOVA p	Post-hoc (pares p<.05)
ITEM1	4.59 ± 0.85	4.43 ± 1.06	4.46 ± 1.15	0.401	NS
ITEM2	4.56 ± 0.82	4.26 ± 1.05	4.60 ± 0.83	0.053	NS
ITEM3	4.55 ± 0.75	4.31 ± 1.06	4.54 ± 0.81	0.151	NS

ITEM4	4.41 ± 0.85	4.11 ± 1.14	4.50 ± 0.91	0.053	NS
ITEM5	4.75 ± 0.51	4.52 ± 0.79	4.74 ± 0.83	0.039	NS
ITEM6	4.66 ± 0.59	4.43 ± 0.96	4.68 ± 0.74	0.057	NS
ITEM7	4.76 ± 0.51	4.50 ± 0.95	4.60 ± 0.95	0.022	NS
ITEM8	4.32 ± 1.05	4.20 ± 1.05	3.96 ± 1.24	0.093	NS
ITEM9	4.60 ± 0.71	4.24 ± 0.95	4.28 ± 1.09	0.001	1-2
ITEM10	4.64 ± 0.68	4.26 ± 0.91	4.22 ± 1.17	<.001	1-2; 1-3
ITEM11	4.78 ± 0.52	4.46 ± 0.86	4.58 ± 0.88	0.002	1-2

Datos presentados en Media ± DE. Nan: No es un número, no hay valor de DE dado el tamaño muestral. p-valor por ANOVA de una vía, posthoc Tukey HSD y Games-Howell. Grupos: 1 Ciencias de la Salud, 2 Ciencias e ingenierías, 3 Ciencias sociales y humanidades.

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian, en general, actitudes favorables de los estudiantes universitarios en torno a la practica de la LM en público. La mayoría de los participantes expresó su acuerdo con el derecho de las mujeres a amamantar en espacios públicos, rechazando percepciones negativas o estigmatizantes, y respaldando tanto la implementación de salas de lactancia como las políticas que promueven y protegen la LM. No obstante, se identificaron diferencias según el programa educativo resaltando la importancia de fortalecer la educación y sensibilización sobre LM en todos los programas educativos, con el objetivo de apoyar, proteger y promover esta práctica, fomentando entornos universitarios de inclusión y respeto.

En cuanto a las diferencias de actitudes ante la LM en público y el apoyo a políticas laborales observadas entre programas educativos, se abre la posibilidad de investigar cómo los enfoques formativos influyen en las actitudes. De igual manera, el alto nivel de acuerdo con la práctica de la LM en público podría reflejar un cambio generacional en la forma en que se percibe socialmente esta conducta, lo cual puede servir como referencia para investigaciones futuras.

El 80% de los participantes consideró aceptable que las mujeres amamanten a sus bebés en lugares públicos, y el 73.3% reconoció que deberían tener derecho a hacerlo. Estos porcentajes superan los observados en una encuesta realizada por Zhao et al., donde solo el 65% estuvo de acuerdo con la lactancia en público y el 81% reconoció este derecho (9). Las diferencias siguen siendo persistentes de acuerdo al género, y puede tener que ver con el hecho de que la lactancia se asocia con una práctica que solo es responsabilidad de mujeres, mientras que el área de formación profesional no parece hacer diferencia en este sentido.

En cuanto a la aceptación de políticas laborales y espacios de apoyo a la LM, los hallazgos de esta investigación son consistentes con estudios previos que destacan un fuerte respaldo a la creación de salas de lactancia y a la implementación de leyes que protejan la extracción de leche en el entorno laboral (9, 15). Al igual que en el estudio de Zhao et al., donde más del 90% apoyó estas medidas (9), en esta investigación también se observó un alto nivel de acuerdo generalizado.

Las diferencias entre género (masculino con puntuaciones más bajas) y entre programas educativos universitarios no son exclusivas del contexto local; investigaciones con estudiantes de medicina y enfermería han mostrado tendencias similares. Estos hallazgos resaltan la importancia de integrar formación especializada en LM dentro de los planes de estudio a nivel universitario. De manera similar, Linares et al. (15) encontraron que los estudiantes de enfermería que recibieron formación específica sobre lactancia presentaron actitudes significativamente más positivas.

La influencia del entorno cultural sobre las actitudes hacia la lactancia en público es un tema ampliamente abordado en la literatura. Estudios como el de Kamsheh et al. (16) evidenciaron diferencias marcadas entre estudiantes universitarias de Siria y Hungría, mostrando que, aunque existe un reconocimiento general de los beneficios de la lactancia, la práctica en espacios públicos sigue siendo controversial y culturalmente sensible. En este sentido, los resultados del presente

estudio en el contexto universitario mexicano también reflejan coexistencia de posturas positivas con la persistencia de prejuicios en programas educativos específicos.

En conjunto, los hallazgos de este y otros estudios evidencian que, aunque el derecho a amamantar en público es reconocido por gran parte de la población, persisten actitudes contradictorias, neutras o desfavorables que pueden generar barreras para la práctica de la LM en público. Las diferencias entre programas educativos indican la necesidad de intervenciones formativas específicas, especialmente en aquellas áreas con mayor proporción de actitudes negativas o menor apoyo a políticas de protección.

Entre las limitaciones del estudio se encuentra el no contar con número similar en la muestra por grupos, en especial para las comparaciones por género.

CONCLUSIONES

El grupo de estudiantes universitarios evaluados presentan actitudes notablemente favorables hacia la LM en espacios públicos y un amplio respaldo a políticas que garanticen derechos de lactancia y extracción de leche. Las diferencias por género y área académica evidencian la importancia de incluir estrategias educativas transversales que promuevan la normalización social de la LM en todos los contextos, favoreciendo entornos universitarios más inclusivos y respetuosos de la práctica de la lactancia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Izek A. Attitudes, Personality, And Behavior. England: McGraw-Hill Education; 2005;1991.
2. Grant A, Pell B, Copeland L, Brown A, Ellis R, Morris D, et al. Views and experience of breastfeeding in public: A qualitative systematic review. Matern Child Nutr. 2022 Oct;18(4):e13407. doi: 10.1111/mcn.13407.
3. Beggs B, Koshy L, Neiterman E. Women'sPerceptions and Experiences of Breastfeeding: a scoping review of the literature. BMC Public Health. 2021;21(1).
4. Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación. Diario Oficial de la Federación. 2014. Disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPED.pdf
5. Horwood C, Surie A, Haskins L, Luthuli S, Hinton R, Chowdhury A, et al. Attitudes and perceptions about breastfeeding among female and male informal workers in India and South Africa. BMC Public Health [Internet]. 2020 Dec 5;20(1):875. Available from:https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-020- 09013-9
6. Ley Federal Del Trabajo. Diario Oficial de la Federación. 2022. Disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFT.pdf
7. González de Cosío-Martínez T, Hernández-Cordero S, Rivera-Dommarco J, Hernández-Ávila M. Recomendaciones para una política nacional de promoción de la lactancia materna en México: postura de la Academia Nacional de Medicina. Salud Publica Mex. 2017;59(1):106-113.
8. Gómez Chacón IM. Investigar las influencias afectivas en el conocimiento de la matemática. Enfoques e instrumentos. En: Líneas de investigación en educación matemática. Federación de Sociedades de Educación y Matemáticas; 2004. p. 165–201.
9. Zhao Y, Ouyang YQ, Redding SR. Attitudes of Chinese Adults to Breastfeeding in Public: A Web-Based Survey. Breastfeed Med. 2017 Jun;12:316-321. doi: 10.1089/bfm.2017.0013
10. López Ortiz MM, Cano Hernández LF, Castillo Gutiérrez J, Felipe Hernández FÁ, Flores Lara FJ, Martínez de la Cruz MI, et al. Actitudes de la comunidad universitaria del Campus León, hacia la lactancia materna en público. Jóvenes en la ciencia [Internet]. 2023 Aug 2;21. Available from: www.jóvenesenlaciencia.ugto.mx
11. Aguilar-Navarro HG, Coronado-Castilleja A, Gómez-Hernández OJ, Cobos-Aguilar H. Adaptación de la Iowa Infant Feeding Attitude Scale en población mexicana. Acta Pediátrica de México. 2016;37(3):145–52.

12. Gil-Vargas M, Dorantes-Vidal X, León-López M, Maldonado-Castañeda S. Survey in puerperal women on self-efficacy and attitude of breastfeeding, from a tertiary care hospital. Revista Mexicana de Pediatria. 2020 Aug 1;87(4):132– 6.
13. Prentice AM. Breastfeeding in the Modern World. Ann Nutr Metab. 2022 Jul 9;78:29-38.
14. Jessri M, Farmer AP, Maximova K, Willows ND, Bell RC. Predictors of exclusive breastfeeding: Observations from the Alberta pregnancy outcomes and nutrition (APrON) study. BMC Pediatr. 2013 May 16;13:77. doi: 10.1186/1471-2431-13-77.
15. Linares AM, Parente ADN, Coleman C. Attitudes, practices, and knowledge about human lactation among nursing students. Clin Lact (Amarillo). 2018;9(2):59–65. doi:10.1891/2158-0782.9.2.59. PMID: 34254035; PMCID: PMC8272957.
16. Kamsheh MA, Bornemissza KA, Zimonyi-Bakó A, Feith HJ. Breastfeeding attitudes among female students in Syria and Hungary. Nutrients. 2025;17(13):2121. doi:10.3390/nu17132121.

DIAGNÓSTICO SOBRE CONDUCTAS QUE PROMUEVEN LA SALUD EN UNIVERSITARIOS DE ZACATECAS

Karla Marina Juárez Dorado[1], Cristina Almeida Perales[2], Cynthia Ivett Campos Ramos[2]

Universidad Autónoma de Zacatecas [1], Maestría en Ciencias de la Salud con Especialidad en Salud Pública[2]
karla.juarez0883@gmail.com

RESUMEN

La transición que trae consigo la vida universitaria representa un período crítico para consolidar patrones de comportamiento que determinan la salud de las personas a largo plazo. De acuerdo a la literatura, los jóvenes universitarios tienden a replicar malos hábitos, por ejemplo, sedentarismo, alimentación no saludable, estrés académico, aislamiento social, entre otros. Factores que incrementan el riesgo de enfermedades crónicas en etapas tempranas de la adultez. El estilo de vida promotor de salud se clasifica en seis conductas que promueven la salud: alimentación, ejercicio físico, manejo del estrés, responsabilidad en salud, relaciones interpersonales y autorrealización (Pender et al., 2011). El presente estudio tiene por objetivo diagnosticar las conductas promotoras de salud en estudiantes de una universidad pública en Zacatecas. Se realizó una investigación cuantitativa, descriptiva y transversal. A una muestra de 334 universitarios de diferentes áreas del conocimiento se aplicó el cuestionario validado de Perfil de Estilo de Vida Promotor de Salud II (PEVPS-II), que contempla las seis conductas descritas, así también, se recopiló información socio demográfica. Los datos fueron procesados con el programa SPSS versión 22 y se calcularon indicadores descriptivos como medias, desviación estándar (DE) y proporciones. La muestra estuvo compuesta principalmente por mujeres (50.2%), estudiantes de primeros semestres (71.2% entre primero y cuarto), solteros (94.7%) y con dependencia económica total de padres o tutores (63.4%). Cabe destacar que el 34.6% combina estudios con trabajo remunerado y el 40.1% es estudiante foráneo. Respecto a los valores medios y D.E. de los puntajes de las dimensiones del PEVPS-II, se obtuvo para alimentación 24.6 ± 5.3; ejercicio físico 21.8 ± 6.3; manejo del estrés 20.7 ± 5.3; responsabilidad en salud 23.1 ± 6.; relaciones interpersonales 26.1 ± 6.0 y autorrealización 27.9 ± 6.4. Bajo una interpretación cualitativa, estas cifras reflejaron conductas clasificadas que van de regular a saludables, aunque predominó la saludable en 4 de las 6 dimensiones. En conclusión, se encontró, de manera global, un buen perfil de estilo de vida promotor de salud en los universitarios, sin embargo, es necesario fortalecer los temas de alimentación y manejo de estrés mediante intervenciones dirigidas bajo un acompañamiento institucional.

INTRODUCCIÓN

El estilo de vida promotor de salud se consolida se fundamenta en sus componentes conductuales que promueven la salud: alimentación, ejercicio físico, manejo del estrés, responsabilidad en salud, relaciones interpersonales y autorrealización, establecidas en el Modelo de Promoción de la Salud de Nola Pender (2011). Considera las características y experiencias individuales, las cogniciones y afectos relativos a la conducta específica, que tienen como resultado el comportamiento en salud. En relación con la población de estudio del presente capítulo, el estudiantado ejerce autonomía en la toma de decisiones relacionadas con su bienestar, esta dinámica no opera de manera aislada, por el contrario, el contexto universitario es clave para la formación de hábitos saludables, ya que los cambios académicos, sociales y personales pueden influir en su estilo de vida.

Como antecedente, se sabe que la promoción de la salud se consolidó a partir de 1996 mediante la carta de Ottawa, donde se establecieron los prerrequisitos para ésta, entre ellos está la educación. Bajo el contexto universitario, las condiciones educativas generan un impacto directo en las conductas personales. Parte de esta situación, corresponde a las cifras de salud en México, donde 60.2% de la población de 18 años es físicamente inactiva en su tiempo libre (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2022) y existe un abuso de consumo de alimentos chatarra, factores que

han repercutido en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en mayores de 20 años (75.2%) (Procuraduría Federal del Consumidor, 2021).

En este sentido, el objetivo de este estudio es diagnosticar las conductas promotoras de salud en estudiantes de una universidad pública de Zacatecas, como primer acercamiento a los determinantes de la salud desde la perspectiva individual.

TEORÍA

Modelo de promoción de salud

Para abordar este estudio se considera como fundamento teórico el Modelo de Promoción de Salud (MPS) atribuido a la autora Nola J. Pender, quién en 1975 publicó el modelo conceptual para el comportamiento de salud preventiva, el cual fue base para estudiar como las personas tomaban decisiones sobre su salud. La autora respaldaba que la conducta promotora de salud está motivada por el deseo de alcanzar el bienestar y el potencial humano (Aristizábal Hoyos et al., 2018). De este modo, mostrar la salud de manera integral y su interacción con el ambiente para alcanzar un estado deseado de ésta, por lo que lo relaciono con aspectos personales, situacionales, influencias, cognitivos y de comportamiento (Sakraida & Pender, 2011). Para la fundamentación y desarrollo de este Modelo se basó en la integración de múltiples teorías y conceptos de psicología, sociología y enfermería que vinculan lo físico, emocional, social y espiritual, como un contexto integral y no puede verse de manera separada (Cáceres-Mori et al., 2025; Levine et al., 2022).

Para contextualizar sobre dicho modelo, se clasificó en componentes como las características y experiencias individuales; cogniciones y afectos relativos a la conducta específica (estados de sentimiento subjetivos) y el resultado conductual, que a su vez abarca seis dimensiones que condicionan a la promoción a la salud. Dentro de los conceptos, abarca en primer lugar la conducta previa relacionada (barreras o beneficios que perciben ante estas conductas), la cual menciona la frecuencia de cierta conducta de manera directa o indirecta para determinar la probabilidad de generar una conducta relacionada a la salud. El segundo concepto habla de los factores personales, los cuales pueden influir para relacionarse con su ambiente y generar conductas que promuevan la salud, en las cuales incluyen factores biológicos, psicológicos y socioculturales (datos sociodemográficos) (N. Pender et al., 1996).

Dentro de los factores personales, se desfasan influencias personales, las cuales se describen como las percepciones y cogniciones de un contexto determinado que facilitan o impiden la conductam(Martínez, 2010). Esto se reduce a un resultado conductual de comportamiento relacionado con la salud, que genera un compromiso con un plan de acción cuya definición según el Manual de Promoción de la Salud de Pender, et al. (1996) es la intención de llevar a cabo un determinado comportamiento de salud, añadiendo las estrategias para llevarlo a cabo. Esto crea demandas y preferencias inmediatas en competencias, que son conductas alternativas en la conciencia como líneas de acción antes de obtener la conducta promotora de salud.

Finalmente, se obtiene el punto final deseado de la toma de decisiones de salud y preparación para la acción, la conducta promotora de la salud. En este sentido estas conductas emergen como resultado dinámico de la interacción entre factores individuales, afectivos y contextuales. En el entorno universitario el compromiso con un plan de acción requiere decisión personal y participación institucional. Esta representación destaca que la salud no solo recae en la responsabilidad individual, de manera aislada, si no actúan como producto de una interacción sistémica entre los universitarios y el contexto educativo.

Dimensiones de las conductas promotoras de la salud

A partir del desarrollo de esta modelación teórica fue creado un instrumento de medición de escala del Perfil de Estilo de Vida de Conducta Promotora de Salud II (PEVPS-II) mide las conductas promotoras de salud, clasificada en las siguientes dimensiones: actividad física regular, alimentación

saludable, manejo del estrés, responsabilidad en salud, soporte interpersonal y autorrealización. Descritas de la siguiente manera:

1. *Una alimentación saludable* es el punto de partida para un estado de salud óptimo en cualquier etapa de la vida. Tanto para mantener y mejorar la salud como para evitar y tratar enfermedades, principalmente de origen metabólico como diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Así como mantener un peso corporal saludable, debe ser variada, suficiente, adecuada, completa e inocua. Los jóvenes universitarios son un grupo vulnerable de una perspectiva nutricional ya que suelen saltarse tiempos de comida con frecuencia y picar entre comidas, además de ser una etapa de grandes cambios y llevar un estilo de vida cargado de estrés y falta de tiempo (Saucedo-Soto et al., 2021).
2. *La actividad física* es la manifestación pragmática de una necesidad básica del ser humano que es el movimiento. Consiste en interaccionar con el entorno usando el movimiento corporal. De un punto de vista funcional es cualquier movimiento del cuerpo que produce una contracción muscular y aumenta el gasto energético. No obstante, tiene componentes además de físicos, psíquicos y sociales, ya que es un medio para interaccionar con nosotros mismos y los demás porque lo se convierte en una práctica social (González Jurado, 2004).
3. La *gestión del estrés* como el conjunto de herramientas, estrategias, recursos, habilidades y capacidades que aplicamos para el afrontamiento, equilibrio, adaptación, y canalización ante una situación o agentes que causan estrés (SS et al., 2022)
4. La *responsabilidad personal en salud* se definió como la comprensión de los actos individuales y su consecuencia en la salud propia y colectiva, que a su vez asume que ética y moralmente el comportamiento personal no sea nocivo para el bienestar colectivo (Luis Gonzálvez et al., 2020).
5. Las *relaciones sociales* son las relaciones que el individuo manifiesta mantener con su familia y grupo de amigos, en cuanto a contacto física y manifestación de emociones (Grove & Walker, 1990). Se refiere pues, al apoyo mutuo, sentimientos de unión, conexión y cercanía que las personas tienen entre sí (Lakey & Cohen, 2000; Sternberg et al., 2001) y esto toma influencia en las actitudes y conductas respecto a la salud y decisiones de las personas.
6. La autorrealización también reconocida como motivación de crecimiento, necesidad del ser, es la necesidad psicológica más elevada del ser humano y se refiere a la satisfacción a la vida mediante el desarrollo potencial de una actividad y da sentido a la vida. Y se puede llegar a este nivel hasta que los demás han sido completados en cierto punto (Salas, 2020).

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio cuantitativo se planteó una perspectiva de corte transversal. Se desarrolló durante agosto-diciembre del 2025 en una universidad pública de Zacatecas. Con un universo de estudio de 11,754 de estudiantes de nivel licenciatura modalidad presencial de áreas del conocimiento dispersas (Dirección de Control Escolar de la UAZ, 2025). Se calculó a partir de un muestreo probabilístico aleatorio estratificado (MAE) con asignación proporcional. No obstante, para la elección de los alumnos, fue de manera accidental, en función de los grupos disponibles al momento de realizar el trabajo de campo. El total de encuestados alcanzó 437 muestras. No obstante, para la elección de los alumnos, fue de manera accidental, en función de los grupos disponibles al momento de realizar el trabajo de campo.

Se utilizó un cuestionario seccionado en dos variables para esta investigación. La primera, abarcó las características sociodemográficas generales (elaboración propia); para la segunda, se utilizó el perfil de estilo de vida promotor de salud (PEVPS) del Modelo de Promoción de la Salud de Nola Pender, segunda versión (Pender et al., 2015). Fue clasificado y puntuado en seis dimensiones, además del total global (tabla 1). Correspondió a respuestas tipo Likert, en función de: 1=nunca, 2=algunas veces, 3=frecuentemente, 4=rutinariamente.

Tabla 1. Clasificación de las dimensiones y puntuación del perfil de estilo de vida promotor de salud.

Dimensiones e interpretación		Puntajes
Alimentación (9–36)	No saludable	(0–12)
	Regular	(13–24)
	Saludable	(25–36)
Ejercicio físico (8–32)	No saludable	(0–11)
	Regular	(12–21)
	Saludable	(22–32)
Manejo del estrés (8–32)	No saludable	(0–11)
	Regular	(12–21)
	Saludable	(22–32)
Responsabilidad en salud (9–36)	No saludable	(0–12)
	Regular	(13–24)
	Saludable	(25–36)
Relaciones interpersonales (9–36)	No saludable	(0–12)
	Regular	(13–24)
	Saludable	(25–36)
Autorrealización (9–36)	No saludable	(0–12)
	Regular	(13–24)
	Saludable	(25–36)

Elaboración propia.

Se realizó un análisis descriptivo para las variables sociodemográficas y las escalas del PEPVS, reportando frecuencias, medidas de tendencia central y dispersión según la naturaleza de cada variable. Todos los análisis se procesaron mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics v.27. En los aspectos éticos, se consideró la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012. Aunque no se abordaron temas sensibles y los datos fueron anónimos mediante encuestas autoadministradas, se obtuvo consentimiento informado como manifestación del principio de autonomía (SS, 2012).

RESULTADOS

Dentro de los resultados sociodemográficos, se encontró una media de edad de 20.1±4 años, predominó la participación de estudiantes del área académica de Ciencias de la Salud (40.5 %), seguidos por las áreas de Ciencias Sociales, Administrativas, Humanidades y Educación (25.1 %), e Ingenierías y Tecnologías (15 %). La distribución por nivel académico mostró una mayor concentración en los primeros semestres, con una participación decreciente en los semestres avanzados. En cuanto al sexo, la muestra presentó una distribución equilibrada con ligera predominancia femenina, y un porcentaje marginal (1.6 %) que prefirió no declarar esta variable. Respecto al estado civil, la inmensa mayoría de los estudiantes reportó ser soltero/a, mientras que solo un 5.3 % se encontraba en otra situación. Asimismo, casi la mitad de la muestra (40.1 %) reportó residir fuera del estado donde cursa sus estudios. Cerca de un tercio trabaja, además de estudiar y un 36.8 % declaró poseer algún grado de independencia económica respecto a sus padres (tabla 2).

Tabla 2. Datos sociodemográficos

		%
Área académica	Arte y cultura	11.5
	Ciencias básicas	7.6
	Ciencias de la salud	40.8
	Ciencias sociales y administrativas	12.7
	Humanidades y educación	12.4
	Ingenierías y tecnologías	15.0
Sem	1ro, 2do semestre	40.6

	3ro, 4to semestre	30.6
	5to, 6to semestre	24.4
	7mo, 8vo semestre	2.3
	9no, 10mo semestre	2.1
Sexo del entrevistado	Mujer	50.5
	Hombre	47.9
	Prefiero no decirlo	1.6
Estado civil	Soltero	94.7
	Casado	1.6
	Unión libre	2.5
	Otro	1.2
Residencia	Foráneo	40.1
	Local	59.9
Trabaja	Si	34.8
	No	65.2
Dependencia económica	Totalmente dependiente de los padres/tutores	63.1
	Parcialmente dependiente de los padres/tutores	29
	Parcialmente independiente	3.9
	Totalmente independiente	3.9

Elaboración propia con los datos obtenidos.

En relación con el estilo de vida promotor de salud, los universitarios presentaron una media de 11.2 puntos debajo del puntaje máximo en la dimensión de manejo del estrés, sobre un puntaje máximo posible de 32. Dentro de esta misma escala, la dimensión de ejercicio físico fue la que mostró mayor dispersión (DE=6.4). En las dimensiones con puntaje máximo de 36 puntos, la autorrealización obtuvo la calificación más elevada (M=28.1/36), seguida de las relaciones interpersonales. La media más baja se registró en responsabilidad en salud, mientras que la alimentación presentó la menor dispersión (DE=5.4) (tabla 3).

Tabla 3. Medias y desviación estándar de las puntuaciones del PEVPS

	Media	Desv. Est.
Alimentación.	24.7	5.4
Ejercicio físico.	21.9	6.4
Manejo del estrés.	20.8	5.3
Responsabilidad en salud.	23.2	6.1
Relaciones interpersonales.	26.1	6.0
Autorrealización.	28.1	6.4

Elaboración propia con los datos obtenidos.

La clasificación del PEVPS por dimensiones reveló que el 90.9 % de los estudiantes se ubicó en los niveles regular y saludable en la dimensión de alimentación. El ejercicio físico mostró un comportamiento polarizado: si bien un poco menos de la mitad de los alumnos alcanzó un nivel saludable, esta dimensión presentó el porcentaje más elevado de clasificación no saludable respecto al resto de las dimensiones. En contraste, el manejo del estrés se agrupó mayoritariamente en el nivel regular, con el 50 % de los encuestados en esta categoría. Por su parte, la responsabilidad en salud concentró el 88.8 % de las respuestas entre los niveles regular y saludable, patrón similar al

observado en relaciones interpersonales (92.1 %). Finalmente, la dimensión de autorrealización presentó los porcentajes más altos de clasificación saludable, con menos del 25 % de los estudiantes ubicados en los niveles regular a bajo (tabla 4).

Tabla 4. Clasificación del PEVPS

Perfil de Estilo de Vida Promotor de Salud (PEVPS)	Conductas promotoras de salud (Dimensiones)		%
	Alimentación	No saludable	9.0%
		Regular	52.4%
		Saludable	38.5%
	Ejercicio físico	No saludable	17.6%
		Regular	37.4%
		Saludable	45.0%
	Manejo del estrés	No saludable	17.2%
		Regular	49.7%
		Saludable	33.2%
	Responsabilidad en salud	No saludable	11.1%
		Regular	40.1%
		Saludable	48.7%
	Relaciones interpersonales	No saludable	7.9%
		Regular	41.1%
		Saludable	51.0%
	Autorrealización	No saludable	3.7%
		Regular	18.8%
		Saludable	77.5%

Elaboración propia con los datos obtenidos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El perfil sociodemográfico de la muestra refleja las características típicas de la población universitaria, con una concentración en el grupo etario de 20 años y predominio del estado civil soltero. La distribución por áreas académicas fue proporcional a la densidad de matrícula de cada unidad académica. Aunque la predominancia de mujeres y estudiantes de ciencias de la salud suele asociarse a mayores prácticas de autocuidado, estos hallazgos difieren de estudios en licenciaturas de enfermería con perfiles similares, pero con hábitos menos saludables (Ávila Jácome et al., 2021; Jara-Contreras et al., 2024; Ortigoza et al., 2023; Ortíz-Romaní et al., 2024), este contraste evidencia que la formación en el área de la salud no garantiza conductas saludables por sí solas. Asimismo, la concentración de la muestra en los primeros semestres indica que los hábitos reportados podrían reflejar patrones adquiridos antes de la inmersión en las exigencias académicas universitarias. Finalmente, el hecho de que cerca del 40% de los estudiantes declare cierto grado de independencia económica respecto a sus padres es consistente con la proporción de alumnos que realizan actividades laborales de manera simultánea.

En cuanto a las conductas promotoras de salud en los universitarios de Zacatecas, se observó una tendencia general hacia clasificaciones de regular a saludable en todas las dimensiones del instrumento. No obstante, la alimentación, las relaciones interpersonales y la autorrealización mostraron la mayor consistencia en estos niveles favorables. En contraste, las dimensiones de manejo del estrés y responsabilidad en salud (coherentes con las medias más bajas reportadas en los resultados), junto con el ejercicio físico (que presentó la mayor dispersión entre las tres clasificaciones), concentraron las proporciones más elevadas de respuestas en el nivel no saludable. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por AlFlayyeh & Alotaibi (2023); Ávila Jácome et al. (2021) y Mogollón García et al. (2020) en ejercicio físico. Por su parte, con Abuadas, (2023) en

manejo del estrés y responsabilidad en salud. Esta convergencia, se inclina por niveles de sedentarismo generalizado entre los jóvenes.

En conclusión, la población universitaria evaluada presenta conductas favorables de estilos de vida promotores de salud; sin embargo, existen áreas críticas que requieren intervención estratégica. La dimensión de alimentación, aunque mayoritariamente clasificada como regular, puede fortalecer el nivel saludable mediante adecuaciones institucionales que faciliten una mejor nutrición. Asimismo, el manejo del estrés y el ejercicio físico emergieron como los principales puntos débiles. La responsabilidad en salud, pese a su tendencia favorable, puede concentrarse a saludable mediante la educación en salud al estar en un espacio propio del conocimiento.

Desde una perspectiva de salud pública, se recomienda priorizar intervenciones a nivel ambiental e institucional antes de focalizarse únicamente en cambios conductuales individuales. Se sugiere optimizar la oferta de servicios de alimentación en el campus con opciones saludables de fácil acceso; habilitar y promover espacios físicos para la actividad física y servicios de consulta sanitaria; y realizar una evaluación de la dinámica y carga curricular para mitigar el estrés académico institución-estudiante. Estas acciones crearán un entorno universitario que facilite y sostenga las prácticas saludables de manera estructural.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abuadas, F. H. (2023). Assessment of Health-promoting Behaviors and Influential Factors in Undergraduate Students in Saudi Arabian Governmental Universities. https://doi.org/10.2174/0118749445271320230922102204
2. AlFlayyeh, S., & Alotaibi, R. K. (2023). ASSESSMENT OF HEALTH PROMOTING LIFE STYLE BEHAVIORS AMONG SAUDI ARABIAN UNIVERSITY STUDENTS. Conhecimento & Diversidade, 15(38), Article 38. https://doi.org/10.18316/rcd.v15i38.11027
3. Aristizábal Hoyos, G. P., Blanco Borjas, D. M., Sánchez Ramos, A., & Ostiguín Meléndez, R. M. (2018). El modelo de promoción de la salud de Nola Pender. Una reflexión en torno a su comprensión. Enfermería Universitaria, 8(4). https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2011.4.248
4. Ávila Jácome, G., Coronado García, N., Miranda Díaz, B., Nieto Redondo, Y., & Santana Páez, M. (2021). Conductas de autocuidado en estudiantes universitarios de enfermería en prácticas V y VI semestre – 2021. https://hdl.handle.net/20.500.12442/8690
5. Babbie, E. R. (2020). The Practice of Social Research. Cengage AU.
6. Cáceres-Mori, E. M. R., Yepez-Savatierra, P. N., Punto-Noriega, E. A., & Rondon-Morel, R. O. (2025). Modelo Holístico: Implicancias en la Educación Actual. Revista Docentes 2.0, 18(1), 291–300. https://doi.org/10.37843/rted.v18i1.617
7. Canova Barrios, C. J., Nores, R. I., Mendéz, P. G., Farfán, A. B., Moreno, L. A., Silvestre, N. de F., Méndez, J., Nievas, M. S., Llano, R. A., Trejo, S. E., Lobos, M., Dalton, B., Rios, N. B., Cerón, V. M., & Camio, A. (2024). Estilos de vida de los estudiantes de Enfermería de Argentina. 56, 817–823. https://doi.org/file:///C:/Users/karla/Downloads/105167-Texto%2520del%2520art%25C3%25ADculo-418899-1-10-20240517.pdf
8. Carta de Okanagan: Una Carta Internacional para la Promoción de la Salud en Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2015).
9. CEC, UAZ, C. E. C. de la U. A. de Z. (2025). Matriculados nivel superior UAZ [Base de Datos].
10. Estupiñán Espina, M. A., Ortiz Maldonado, M. X., & Suárez Aceros, L. K. (2025). Estilos de vida de los estudiantes foráneos de una universidad privada de Bucaramanga.
11. González Jurado, J. A. (2004). La actívidad física orientada a la promoción de la salud (No. 7; Escuela Abiera).
12. Grove, N., & Walker, M. (1990). The Makaton Vocabulary: Using manual signs and graphic symbols to develop interpersonal communication. AAC: Augmentative and Alternative Communication, 6(1), 15–28. https://doi.org/10.1080/07434619012331275284
13. Herrera, M. A. E. A., Carolina Zepeda Tena, Lilia E. Macedo de la Concha, Viridiana Robles González, Adela Amellali Ríos, Apízar, E., Zepeda Tena, C., Macedo de la Concha, L. E., Robles

González, V., & Amellali Ríos, A. (2022). Determinantes de la Salud. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje - CUAIEED - UNAM. https://uapa.cuaieed.unam.mx/node/1117
14. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, I. (2022). Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2021.
15. Jara-Contreras, V., Chandia-Reyes, V., Luengo-Machuca, L., Carrillo-Monsalve, R., Riquelme-Pereira, N., Herrera-Morales, X., Jara-Contreras, V., Chandia-Reyes, V., Luengo-Machuca, L., Carrillo-Monsalve, R., Riquelme-Pereira, N., & Herrera-Morales, X. (2024). Factores predictores de conductas promotoras de salud en estudiantes de dos universidades chilenas. Index de Enfermería, 33(2). https://doi.org/10.58807/indexenferm20246860
16. Lakey, B., & Cohen, S. (2000). Social Support Theory and Measurement.
17. Levine, R. A., Levine, C. S., & Seidman, M. D. (2022). Guided Meditation (Hypnosis) and Whole Person Health. Otolaryngologic Clinics of North America, Complementary and Integrative Medicine and Nutrition in Otolaryngology, 55(5), 1077–1086. https://doi.org/10.1016/j.otc.2022.07.001
18. Luis Gonzálvez, I. P., Torres Jiménez, Y., Álvarez Pérez, A., Luis Gonzálvez, I. P., Torres Jiménez, Y., & Álvarez Pérez, A. (2020). Responsabilidad personal con la salud. Conocimientos y percepciones de diferentes actores sociales. Revista Finlay, 10(3), 280–292.
19. Mogollón García, F. S., Becerra Rojas, L. D., Adolfo Ancajima Mauriola, J. S., Mogollón García, F. S., Becerra Rojas, L. D., & Adolfo Ancajima Mauriola, J. S. (2020). Estilos de vida saludables en estudiantes de pregrado. Conrado, 16(75), 69–75.
20. OPS/OMS, O. P. de la S. (2025, julio 3). Promoción de la salud—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. https://www.paho.org/es/temas/promocion-salud
21. Ortigoza, A., Canova Barrios, C. J., Ortigoza, A., & Canova Barrios, C. J. (2023). Estilos de vida de estudiantes de la Escuela Universitaria de Enfermería de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Revista Finlay, 13(2), 199–208.
22. Ortíz-Romaní, K. J. O., Fiestas-De-Las-Casas, A. del P. F. de las, & Ortiz-Montalvo, Y. J. (2024). CONOCIMIENTOS Y ESTILO DE VIDA PROMOTOR DE SALUD EN ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95532024000100214&script=sci_arttext&tlng=en
23. PAHO, O. M. D. S. (1986). Ottawa charter for health promotion. https://www.who.int/publications/i/item/WH-1987
24. Palacios, M. F. S., Mojica, A. J. M., & Maqueda, M. S. H. (2023). Diagnóstico de Salud Mental en los estudiantes Universitarios. Politicas Sociales Sectoriales, 1(1), 568–586.
25. Paz, N. M., Pillmue, F., & Marmolejo, M. (2022). Informe Perfil Sociodemografico y Condiciones de Salud 4—INFORME DE PERFIL SOCIODEMOGRAFICO -. Studocu. https://www.studocu.com/co/document/servicio-nacional-de-aprendizaje/sistema-de-gestion-de-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-sg-sst/informe-perfil-sociodemografico-y-condiciones-de-salud-4/29371922
26. Pender, N. J., Maurdaught, C. L., & Parsons, M. A. (2011). The Health Promotion Model.
27. Pender, N. J., Murdaugh, C. L., & Parsons, M. A. (2015). Health promotion in nursing practice (Seventh edition). Pearson.
28. PROFECO, P. F. del consumidor. (2021). Obesidad y sobrepeso. Menos kilos, más vida. gob.mx. http://www.gob.mx/profeco/documentos/obesidad-y-sobrepeso-menos-kilos-mas-vida?state=published
29. RMUPS, R. M. de U. P. de S. (2003). Historia – RMUPS. https://rmups.org/quienes-somos/historia/
30. Rojas, M. (2020, noviembre 17). Perfil Sociodemográfico y Condiciones de Salud » SM Safe Mode. SAFE MODE. https://smsafemode.com/blog/perfil-sociodemografico-condiciones-de-salud/
31. Sakraida, T. J., & Pender, N. J. (2011). Nola J Pender | PDF [Capitulo 21]. Libro. https://www.scribd.com/document/767528652/Nola-J-Pender
32. Salas, R. (2020, agosto 28). La Autorrealización, según la teoría de Maslow. Dr. Rafael Salas. https://www.rafaelsalaspsicologo.com/autorrealizacion-teoria-maslow/
33. Saucedo-Soto, J. M., Peña-de-León, A. D. S. D. L., & Amezcua-Núñez, J. B. (2021). HÁBITOS DE ALIMENTACIÓN SALUDABLE EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. Revista de

Investigaciones Universidad del Quindío, 33(S1), 199–211. https://doi.org/10.33975/riuq.vol33nS1.492
34. SS, S. de S. (2012). NORMA_Oficial_Mexicana_NOM-012-SSA3-2012.
35. SS, S. de S., STCNSAME, S. técnico del consejo nacional de salud mental, CONADIC, C. nacional contra las adicciones, & SAP, S. de atención psiquiatrica. (2022). Guía gestión del estrés.
36. Sternberg, R. J., Hojjat, M., & Barnes L., M. (2001). Pruebas empíricas de aspectos de una teoría del amor como relato—Sternberg—2001—European Journal of Personality—Wiley Online Library. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/per.405?casa_token=7_L-xGZeMvsAAAAA%3AhZSCfIi3xjzY1_VAzZQqwcNBmmqsjnp9F3gkjztGr_ayvT4q6T0AYcq13SUVtrCki-goT7cZJSgCww

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE NANOPARTICULAS DE PLATA BIOSINTETIZADAS FRENTE A *Helicobacter Pylori* ASOCIADA A GASTRITIS

Edith Ávalos-Marrón, Christian Andrea López-Ayuso, Laura Susana Acosta-Torres

Laboratorio de Investigación Interdisciplinaria, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León.
ame_848@hotmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se ha evaluado la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de plata biosintetizadas utilizando un extracto de *Pelargonium x hortorum* frente a una cepa de *Helicobacter pylori* asociada a gastritis. Las nanopartículas fueron caracterizadas mediante espectroscopia UV-Visible, espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). Los resultados obtenidos evidenciaron que las nanopartículas biosintetizadas presentaron una absorbancia de 409 nm, con una morfología esférica y tamaño de partícula entre los 10 a 100 nm. El análisis de FTIR confirmó la presencia de grupos funcionales como –OH, C=O y C–H asociados a compuestos fenólicos y biomoléculas del extracto vegetal. La actividad antimicrobiana se evaluó mediante ensayos de microdilución mostrando una actividad inhibitoria frente esta cepa. Los resultados sugieren que las nanopartículas biosintetizadas constituyen una alternativa para el desarrollo de nuevas estrategias antimicrobianas.

INTRODUCCIÓN

La infección por *Helicobacter pylori* continúa siendo uno de los problemas de escala mundial debido a su alta prevalencia. Además, es el principal agente etiológico de la gastritis crónica, condición que puede progresar hacia complicaciones gástricas de mayor severidad. Si bien se han logrado avances significativos en los protocolos de erradicación, la eficacia terapéutica ha presentado variaciones considerables. A este desafío se suma el creciente problema de la resistencia antimicrobiana y a la complejidad biológica del nicho gástrico[1].

Ante este escenario, la búsqueda de estrategias complementarias capaces de actuar mediante mecanismos distintos a los antibióticos convencionales se ha convertido en una prioridad dentro de la investigación biomédica contemporánea. Particularmente los sistemas basados en la nanotecnología han despertado el interés debido a sus propiedades fisicoquímicas únicas y a su capacidad de interactuar con microorganismos a diferentes niveles estructurales.

Dentro de este contexto, la nanotecnología emerge como una de las áreas de investigación con mayor potencial para el desarrollo de soluciones biomédicas innovadoras. Entre los nanomateriales más estudiados destacan las nanopartículas de plata, ampliamente reconocidas por su actividad antimicrobiana frente a diversos microorganismos patógenos un claro ejemplo es la capacidad de alterar procesos fisiológicos fundamentales en las bacterias.

Sin embargo, ademas de la eficacia biológica, existe un interés en desarrollar metodologías de obtención compatibles con principios de sostenibilidad y química verde. Con esta finalidad los extractos vegetales permiten aprovechar metabolitos con capacidad reductora y estabilizante, favoreciendo la obtención de nanopartículas mediante procedimientos ambientalmente más amigables. Desde esta perspectiva la incorporación de principios de síntesis verde y nanotecnología representa una alternativa prometedora para el desarrollo de plataformas antimicrobianas con potencial aplicación biomédica.

NANOTECNOLOGÍA VERDE Y CONTROL DE MICROORGANISMOS

La síntesis verde de nanopartículas constituye una de las áreas de mayor crecimiento dentro de la nanobiotecnología debido a la posibilidad de obtener materiales funcionales mediante procesos menos dependientes de reactivos químicos agresivos. Diversos extractos vegetales contienen compuestos fenólicos, flavonoides, terpenos y otras biomoléculas capaces de participar activamente en la reducción de precursores metálicos y en la estabilización de las nanoestructuras obtenidas[2].

En el caso de las nanopartículas de plata, las propiedades antimicrobianas han sido asociadas a múltiples mecanismos de acción, incluyendo alteraciones en la integridad de la membrana bacteriana, generación de especies reactivas de oxígeno e interferencia con procesos metabólicos esenciales[3,4]. Esta naturaleza multifactorial resulta particularmente atractiva frente a microorganismos que presentan desafíos terapéuticos crecientes.

Por otra parte, el interés por el desarrollo de nuevas alternativas frente a *Helicobacter pylori* adquiere relevancia debido a las limitaciones asociadas a los tratamientos convencionales y a la complejidad biológica del microorganismo. En consecuencia, la evaluación de nanoestructuras biosintetizadas representa una línea de investigación relevante para el diseño de futuras estrategias orientadas al control de patógenos gástricos.

Bajo esta perspectiva, el presente estudio evaluó la actividad antimicrobiana de nanopartículas de plata biosintetizadas utilizando *Pelargonium x hortorum* frente a una cepa de *Helicobacter pylori* asociada a gastritis.

PARTE EXPERIMENTAL

Las nanopartículas de plata fueron obtenidas mediante un método de síntesis verde empleando un extracto vegetal de *Pelargonium x hortorum* como agente reductor y estabilizante. La formación de las nanopartículas se confirmó mediante técnicas espectroscópicas y microscópicas.

La caracterización incluyó análisis por espectroscopia UV-Visible para identificar la resonancia plasmónica superficial, espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier para determinar los grupos funcionales asociados al proceso de biosíntesis y microscopía electrónica de transmisión para evaluar el tamaño y la morfología de las nanopartículas obtenidas.

La actividad antimicrobiana se evaluó mediante ensayos de microdilución frente a una cepa de *Helicobacter pylori*. Se determinaron parámetros de susceptibilidad bacteriana utilizando como control positivo un antibiótico (penicilina/estreptomicina) y como control negativo medio de cultivo estéril. Los resultados se realizaron mediante estadística descriptiva utilizando promedio y desviación estándar e inferencial con ANOVA, post hoc Tukey considerando como significativo un valor de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Los análisis de caracterización confirmaron la formación de nanopartículas de plata mediante el enfoque de síntesis verde empleado. La presencia de una banda de absorción característica en la región de 409 nm observada por espectroscopia UV-Visible consistente con la resonancia plasmónica superficial característica de las nanopartículas de plata. Estos resultados fueron consistentes con la formación de nanoestructuras metálicas mediante el método de biosíntesis empleado.

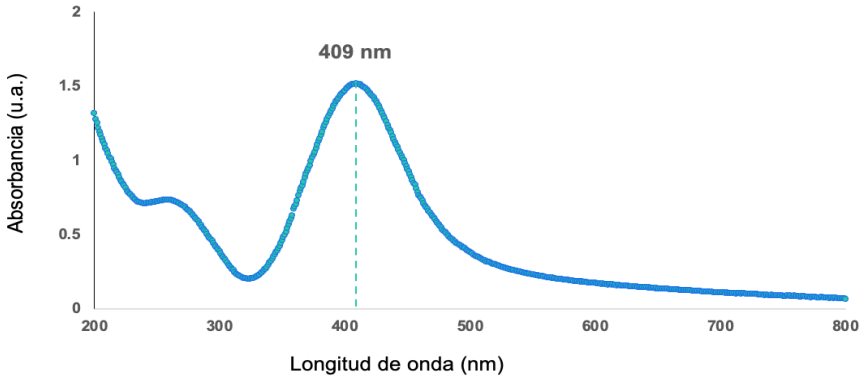


Fig. 1. Espectro UV-Vis de las nanopartículas de plata.

Las Imágenes obtenidas mediante TEM revelaron la formación de las nanopartículas de plata con morfología predominantemente esférica y una distribución de tamaños comprendida en intervalos que van de entre los 10 a 100 nm. Las partículas mostraron una dispersión relativamente homogénea, aunque se observaron algunos agregados atribuibles a interacciones superficiales.

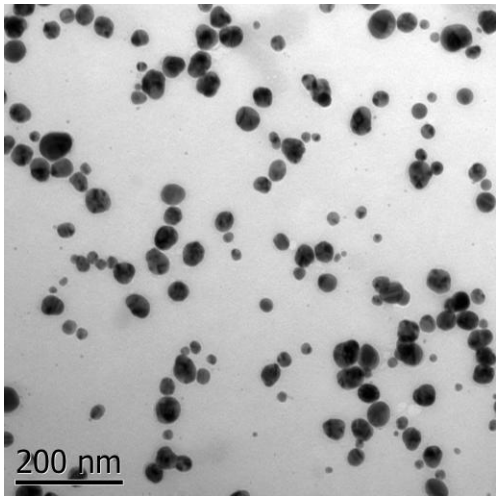


Fig. 2. TEM

El análisis FTIR reveló Una banda ancha de 3200 cm^{-1} asociada a grupos hidroxilo (-OH), Así como señales en la región de 2800 a 2900 cm^{-1} relacionadas con vibraciones de enlaces C-H. Además se identificaron bandas entre 1600 y 1000 cm^{-1} atribuidas a grupos funcionales como carbonilos (C=O) y dobles enlaces (C=C) asociados a compuestos fenólicos y otras biomoléculas vegetales presentes en el extracto de *Pelargonium x hortorum* durante los procesos de reducción y estabilización. Estas bandas son características de la formación y estabilidad de las nanopartículas obtenidas mediante una síntesis verde y evidencian la permanencia de biomoléculas sobre su superficie, las cuales podrían contribuir a su actividad antimicrobiana frente a *Helicobacter pylori*.

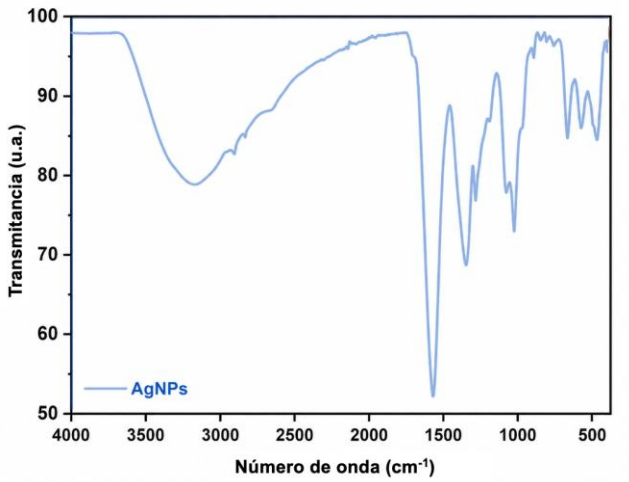


Fig. 3. FTIR

La evaluación microbiológica evidenció actividad inhibitoria frente a *Helicobacter pylori*, respaldando el potencial biológico de las nanoestructuras obtenidas. Se determinó su concentración mínima inhibitoria (CMI) de 182 µg/mL y una concentración mínima bactericida (CMB) de 91 µg/mL. Asimismo, se observó una marcada disminución del crecimiento bacteriano en comparación con el grupo control, lo que confirma la susceptibilidad de la cepa. Aunque los mecanismos específicos involucrados requieren estudios complementarios, los resultados obtenidos permiten considerar a las nanopartículas biosintetizadas como una plataforma de interés para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de alternativas antimicrobianas frente a patógenos gástricos.

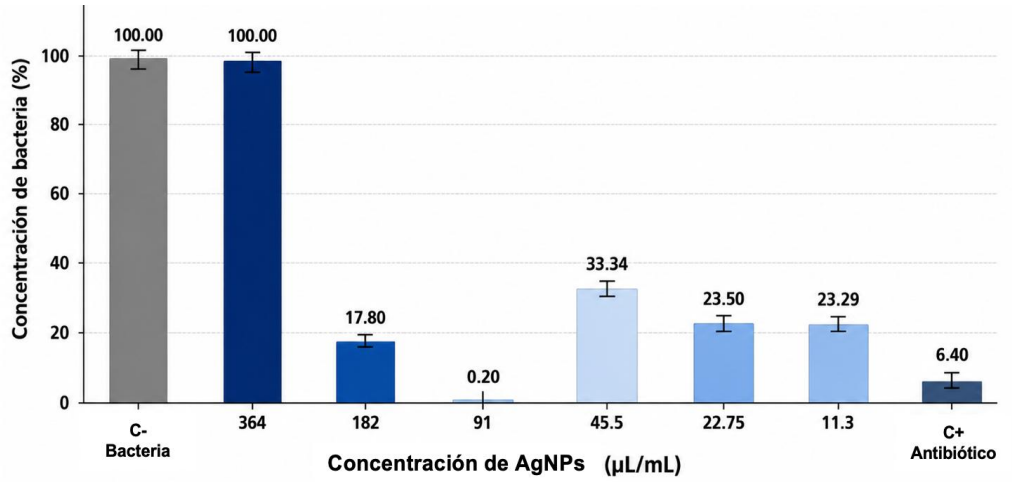


Fig. 4. Representación gráfica del efecto antimicrobiano de las nanopartículas de plata.

CONCLUSIONES

Las nanopartículas obtenidas mediante un enfoque de síntesis verde mostraron actividad antimicrobiana frente a una cepa de *Helicobacter pylori* asociada a gastritis, constituyendo una alternativa prometedora y sostenible para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas. La integración de nanotecnología y biomedicina podría contribuir al diseño de tratamientos más eficaces frente a infecciones gástricas persistentes, abriendo perspectivas para futuras aplicaciones traslacionales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por el proyecto PAPIIT IT201424 de DGAPA-UNAM. Así mismo, agradecen a la Dra. Margarita Carmolinga Ponce (Unidad de Investigación en Enfermedades Infecciosas Hospital de Pediatría del IMSS), al Dr. Luis Armando Díaz, (Laboratorio de Fotocatálisis y Fotosíntesis Artificial (F&FA)); así como a las técnicas María Christian Albor Cortés (Laboratorio de Caracterización de Materiales) y Ma. Lourdes Palma Tirado (Unidad de Microscopía del Instituto de Neurobiología) por su valioso apoyo técnico en la caracterización de las nanopartículas.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization (2023). Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS).
2. Faried, A. S. et al., Green synthesis of silver nanoparticles based on Arenga engleri leaves extract. Egyptian Journal of Chemistry, Vol. 66, 9, 2023, pp. 81–92.
3. Rai, M., Ingle, A. P., & Gupta, I., Green synthesis of nanoparticles: Advantages and potential applications. Biotechnology Advances, 53, 2021, 107832.
4. Hu, Y., Song, Y., & Cai, J., Metal- based nanoparticles: A prospective strategy for biomedical applications. Int. J. Nanomedicine, 18, 2023, pp. 1211–1226.

EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN CRÓNICA DE UN EXTRACTO DE JAMAICA SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO EN TESTÍCULO Y MÚSCULO EN UN MODELO MURINO DE SÍNDROME METABÓLICO

Osvaldo de Jesús Quiroz Rodríguez, Gissel Flores de Lira, Blanca Patrícia Lazalde Ramos, Marisol Galván Valencia.

Maestría en Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Zacatecas
gavm001144@uaz.edu.mx

RESUMEN

El síndrome metabólico (SM) es la asociación de obesidad, hipertensión, resistencia a la insulina, dislipidemia e hiperglucemia. El estrés oxidativo es uno de los mecanismos involucrados en la fisiopatología del SM por lo que contrarrestarlo es una de las estrategias terapéuticas para revertir el daño. *Hibiscus sabdariffa* (Hs) es una planta medicinal utilizada por sus propiedades antioxidantes y su efecto sobre el metabolismo. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la administración crónica de un extracto hidroalcohólico de Hs (EHs) sobre el metabolismo y el nivel de MDA en testículo y músculo en un modelo murino de SM. Se utilizaron 24 ratas Wistar macho y se distribuyeron en seis grupos. El grupo DE consumió el alimento comercial y bebía agua; el grupo DE+EHs consumía el alimento comercial, bebía agua y se le administraba una dosis diaria de EHs de 300 mg/kg; el grupo SM consumía alimento comercial y bebía una solución de glucosa al 25%; y los grupos SM+100, SM+200 y SM+300 consumían alimento comercial, bebían solución de glucosa al 25% y se les administraba una dosis diaria de EHs a 100, 200 y 300 mg/kg. Durante 28 semanas se registró el peso, el consumo de alimento y agua. Los animales fueron sacrificados, se obtuvo el suero para medir glucosa y triglicéridos, la grasa visceral fue pesada, y en músculo y testículo se evaluó el nivel de MDA.

Los 4 grupos con SM consumieron menos bebida (DE vs SM $p=0.0257$) pero particularmente menos alimento (DE vs SM $p<0.0001$), respecto de los grupos con DE. No hubo diferencia del consumo calórico entre los grupos con SM y de DE, pero si del peso corporal, encontrando un peso promedio mayor en el grupo de SM vs DE ($p=0.037$). El EHs no tuvo efecto significativo sobre el peso de los animales. La acumulación de grasa visceral fue mayor en el grupo de SM respecto de DE ($p=0.033$), y la dosis de 200 mg/kg del EHs la disminuyó con respecto al grupo SM ($p=0.0356$). El nivel de triglicéridos fue superior en el grupo de SM vs DE ($p<0.0001$), y la dosis de 200 mg/kg del EHs la disminuyó de 176.4±8.2 mg/dL en el grupo de SM a 96.3±13.17 mg/dL en el grupo de SM+200 ($p <0.0001$). La glucemia fue significativamente mayor en el grupo de SM vs DE ($p=0.0156$) observándose con las dosis de 100 y 300 mg/kg tendencia a disminuirla, pero la dosis de 200 mg/kg la aumentó alcanzando diferencia respecto de DE ($p=0.0036$). El nivel de MDA tanto en testículo y músculo fue mayor en el grupo de SM vs DE ($p=0.0008$ para testículo y $p=0.0144$ para músculo) y la administración del EHs a las 3 dosis probadas normalizó el nivel de MDA.

El EHs disminuyó la acumulación de grasa visceral, el nivel de triglicéridos, y el nivel de MDA en músculo y testículo. La dosis de 200 mg/kg parece ser más efectiva, aunque no disminuyó la glucemia.

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de alteraciones metabólicas caracterizada por la presencia simultánea de obesidad central, resistencia a la insulina, dislipidemia, hiperglucemia e hipertensión arterial, la presencia de estas alteraciones incrementan significativamente el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2, estas complicaciones metabólicas representan un problema importante de salud pública a nivel mundial ya que en las

últimas décadas la prevalencia del SM ha aumentado considerablemente debido a cambios en el estilo de vida, incluyendo la mala alimentación y el sedentarismo. Uno de los mecanismos fisiopatológicos más relevantes asociados al SM es el estrés oxidativo, el cual ocurre cuando se presenta un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la capacidad antioxidante del organismo, este proceso favorece la oxidación de lípidos y proteínas, contribuyendo al daño celular y a la progresión de diversas complicaciones metabólicas. Entre los marcadores más utilizados para evaluar el daño oxidativo se encuentra el malondialdehido (MDA), producto de la peroxidación lipídica que refleja el grado de daño oxidativo en los tejidos. Diversos estudios han demostrado que el estrés oxidativo asociado al SM puede afectar diferentes órganos, entre ellos el músculo esquelético y el tejido testicular, lo que puede comprometer el metabolismo energético y la función reproductiva. El uso de compuestos naturales con propiedades antioxidantes ha generado interés como estrategia terapéutica complementaria para el manejo del SM, dentro de la gran variedad de plantas que cuentan con estos compuestos destaca *Hibiscus sabdariffa* (Hs), una planta que es ampliamente utilizada en la medicina tradicional, la cual contiene antocianinas, flavonoides y ácidos fenólicos con reconocidas propiedades antioxidantes y metabólicas. Diversos estudios han demostrado que diferentes extractos de Hs pueden reducir el estrés oxidativo, mejorar el metabolismo de la glucosa y mejorar el perfil lipídico en modelos de SM tras una administración aguda o sub-crónica, sin embargo, su efecto tras una administración crónica no ha sido reportado. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la administración crónica de un extracto hidroalcohólico de *Hibiscus sabdariffa* sobre parámetros metabólicos y los niveles de MDA en testículo y músculo en un modelo murino de síndrome metabólico.

TEORÍA

SÍNDROME METABÓLICO

El síndrome metabólico es un trastorno multifactorial caracterizado por la coexistencia de obesidad, resistencia a la insulina, dislipidemia e hipertensión arterial, todas estas alteraciones se encuentran relacionadas con un aumento en el estrés oxidativo, así mismo la resistencia a la insulina y la acumulación excesiva de lípidos contribuyen al desarrollo de disfunción metabólica sistémica, lo que incrementa el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 [8,15]. La aparición del SM se relaciona frecuentemente con una ingesta excesiva de azúcares en la dieta, lo cual desencadena cambios metabólicos que conducen a una disminución de la sensibilidad a la insulina, acumulación de lípidos y daño celular inducido por el estrés oxidativo [15]. La resistencia a la insulina es considerada uno de los mecanismos centrales en el desarrollo del SM, ya que esta condición se caracteriza por una disminución en la captación de glucosa en tejidos periféricos como el músculo esquelético, al no existir una adecuada respuesta a la insulina se generan alteraciones en el metabolismo de la glucosa y los lípidos, desencadenando así hiperglucemia, un aumento en la liberación de ácidos grasos libres y la acumulación ectópica de lípidos en diversos tejidos [23], en las últimas décadas la prevalencia del SM ha aumentado considerablemente debido a cambios en el estilo de vida, siendo estos una vida más sedentaria y una dieta hipercalórica [21], lo que representa un problema para la salud pública dado que aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares 2 veces y diabetes mellitus 5 veces [10, 18].

HIBISCUS SABDARIFFA

Hibiscus sabdariffa (Hs) comúnmente conocida como flor de jamaica, es una planta perteneciente a la familia Malvaceae originaria de África la cual se cultiva alrededor del mundo, especialmente en regiones subtropicales [14], su parte más utilizada son sus cálices secos con funciones tanto culinarias como medicinales en diversas culturas [8], esto debido a su alto contenido de antocianinas y flavonoides [22], sus extractos acuosos se consideran seguros para el consumo humano, de aquí su amplio consumo a manera de infusión fría o caliente, estas preparaciones no solamente son utilizadas por su sabor, sino que también aportan beneficios para la salud, en la medicina tradicional a lo largo del mundo se suele utilizar por su efecto relajante, como tratamiento para la hipertensión, la obesidad y la diabetes, además de tener un conocido efecto antiinflamatorio, todo esto respaldado por estudios que han demostrado la capacidad de Hs para atenuar estas características del SM, simultáneamente la planta ayuda a disminuir el estrés oxidativo, esto debido a que Hs es rica en

compuestos fenólicos, flavonoides, antocianinas y ácidos orgánicos, los cuales poseen una importante actividad antioxidante ya que estos compuestos neutralizan a ROS, inhibiendo así la peroxidación lipídica y mejorando la actividad de enzimas antioxidantes endógenas [8, 6].

ESTRÉS OXIDATIVO

El estrés oxidativo se presenta cuando existe un desequilibrio entre las especies reactivas de oxígeno (ROS) y las defensas antioxidantes, este desempeña un papel central en la fisiopatología del SM ya que la hiperglucemia crónica, el exceso de ácidos grasos y la disfunción mitocondrial favorecen la generación de ROS, estas moléculas pueden inducir daño oxidativo en lípidos, proteínas y ADN, lo que contribuye al deterioro de la función celular y al desarrollo de complicaciones metabólicas [8], exacerbando así el SM, particularmente en la disfunción endotelial que aumenta los riesgos cardiovasculares [15], la sobreproducción de ROS puede ocurrir en trastornos patológicos como la obesidad, la resistencia a la insulina, la hiperglucemia, la inflamación crónica y la dislipidemia, la presencia de estrés oxidativo es perjudicial ya que el exceso de ROS induce daño celular, específicamente aumentando la peroxidación de lípidos, los lípidos presentes en las membranas plasmáticas, mitocondriales y del retículo endoplasmático son los principales objetivos de ROS, los productos finales de la peroxidación lipídica (conocidos como peróxidos lipídicos) pueden ser tóxicos para una célula y requieren eliminación [18], el malondialdehído (MDA) es uno de los productos finales generados durante la peroxidación lipídica de los ácidos grasos poliinsaturados presentes en las membranas celulares. Debido a su relativa estabilidad, el MDA es ampliamente utilizado como biomarcador para evaluar el nivel de daño oxidativo en tejidos biológicos. Niveles elevados de MDA se han asociado con diversas enfermedades metabólicas, incluyendo obesidad, diabetes mellitus tipo 2 y síndrome metabólico [8, 24], dentro de los tejidos afectados por ROS se encuentran el músculo, donde el aumento de estrés oxidativo puede alterar el metabolismo de la glucosa y la señalización de la insulina, ya que el músculo esquelético es uno de los principales tejidos responsables de la captación de glucosa estimulada por insulina, representando aproximadamente el 70-80% de la utilización de glucosa postprandial, sin embargo, cuando un organismo se encuentra en SM el exceso de lípidos y el aumento de ROS pueden alterar la función mitocondrial del músculo, disminuir la oxidación de ácidos grasos y afectar la señalización de la insulina, contribuyendo así a la resistencia de esta y generando cambios estructurales en el tejido muscular [11], además el SM puede afectar la función reproductiva masculina, ya que diversos estudios han demostrado que la obesidad, la hiperglucemia y la inflamación crónica pueden inducir daño oxidativo en el tejido testicular, lo que genera una alteración en la espermatogénesis disminuyendo la calidad espermática, ya que el estrés oxidativo en los testículos puede afectar las células de Leydig y Sertoli, reduciendo así la producción de testosterona y alterando el microambiente necesario para el correcto desarrollo de los espermatozoides [9, 17], asímismo el exceso de ROS puede inducir peroxidación lipídica en las membranas de los espermatozoides, que contienen altas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados, lo que los hace particularmente susceptibles al daño oxidativo [1]. Por lo cual la búsqueda de estrategias terapéuticas dirigidas a reducir el daño oxidativo y las respuestas inflamatorias son cruciales para controlar el SM y mitigar los riesgos cardiovasculares que este genera [15].

Debido a que la farmacoterapia convencional es limitada ya que aborda los síntomas aislados en lugar de la naturaleza multifactorial del SM, la inflamación persistente y el estrés oxidativo continúan perjudicando el organismo a largo plazo, esto impulsa una transición hacia intervenciones naturales multiobjetivo con perfiles de seguridad favorables [8], *Hibiscus sabdariffa* cumple con estas propiedades por lo cual ha despertado un creciente interés como posible agente terapéutico natural para la prevención y tratamiento de alteraciones metabólicas asociadas con el síndrome metabólico. En base a lo descrito la cuantificación de MDA en músculo esquelético y tejido testicular permiten evaluar el grado de daño oxidativo inducido por el SM y evaluar el efecto protector brindado por los compuestos antioxidantes presentes en Hs.

PARTE EXPERIMENTAL

ANIMALES DE LABORATORIO, GRUPOS Y TRATAMIENTOS

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Investigación de la Unidad Académica de Odontología/UAZ con No. de registro CI/UAO-UAZ-2025/0028. Se obtuvieron del Centro de Biociencias de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP, 24 ratas Wistar recién destetadas (aproximadamente de 21 días de nacidas) con un peso promedio de 51.4 ± 10.7 g. Los animales se mantuvieron en el bioterio Claude Bernard de la Universidad Autónoma de Zacatecas bajo condiciones estándar en cajas de policarbonato con ventilación fluida, ciclos de luz/oscuridad de 12 horas y temperatura constante promedio de 24 °C, con libre acceso a bebida y alimento. El cuidado, alimentación y manipulación de los animales se apegó a la NOM-062-ZOO-1999. Los animales fueron divididos aleatoriamente en 6 grupos y recibieron la alimentación y tratamiento que se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Conformación de grupos experimentales.

Grupos experimentales	Animales/grupo	Alimentación y tratamiento
DE (dieta estándar)	4	Consumió nutricubos Purina® y bebía agua purificada *ad libitum* durante 28 semanas
SM (síndrome metabólico)	4	Consumió nutricubos Purina® y bebía solución de glucosa al 25% *ad libitum* durante 28 semanas.
SM+EHs 100 mg/kg (síndrome metabólico + 100 mg/kg del EHs)	4	Consumió nutricubos Purina® y bebía solución de glucosa al 25% *ad libitum.* Se les administró mediante cánula oral 100 mg/kg/día del EHs durante 28 semanas
SM+EHs 200 mg/kg (síndrome metabólico + 200 mg/kg del EHs)	4	Consumió nutricubos Purina® y bebía solución de glucosa al 25% *ad libitum.* Se les administró mediante cánula oral 200 mg/kg/día del EHs durante 28 semanas
SM+EHs 300 mg/kg (síndrome metabólico + 300 mg/kg del EHs)	4	Consumió nutricubos Purina® y bebía solución de glucosa al 25% *ad libitum.* Se les administró mediante cánula oral 300 mg/kg/día del EHs durante 28 semanas

SACRIFICIO

A la semana 28 los animales fueron sacrificados con apego a la NOM-033-SAG/ZOO-2014. Para ello los animales se colocaron en cámara de éter hasta que no mostraran estímulos dolorosos, y mediante punción cardiaca se obtuvo la sangre que se centrifugó a 3000 rpm durante 15 minutos para separar el suero, el cual se congeló hasta su uso. Además, se disectaron los testículos, el músculo del bíceps femoral y la grasa visceral. La disposición final de los cadáveres se llevó a cabo conforme a la NOM-087-ECOL-SSA1-2002.

PREPARACIÓN DEL EXTRACTO

Se obtuvieron cálices de jamaica en un solo lote, de un producto pre-envasado de la marca Members Mark®. La planta fue identificada en el Herbario del Estado de Zacatecas como *Hibiscus sabdariffa L.,* y una muestra fue depositada con el Folio HZAC10230. Para preparar el extracto, los cálices se secaron una semana en estufa a <50 °C, se pulverizaron y tamizaron a través de malla de <255 µm (mesh No. 60). El polvo se maceró en una mezcla de etanol-agua destilada-ácido acético 20:79.3:0.7

(v/v), con agitación constante, a temperatura ambiente y protegido de la luz durante 24 horas. La maceración se repitió tres veces, filtrando el extracto y cambiando el solvente cada 24 horas. El sobrenadante se combinó y concentró en un evaporador rotatorio a baja presión. Finalmente, el extracto se congeló a -20 °C para liofilizarlo, y se almacenó protegido de la luz y a -20 °C hasta su uso.

CONSUMO DE ALIMENTO Y MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

Durante el tiempo del estudio se registró diariamente el consumo de alimento y bebida en todos los grupos experimentales y a partir de estos valores se calculó la ingesta calórica. El peso de los animales se registró cada semana, y después del sacrificio los órganos de interés se disecaron y pesaron.

ANÁLISIS BIOQUÍMICO DE MARCADORES METABÓLICOS Y DE ESTRÉS OXIDATIVO

Para medir el nivel de glucosa y triglicéridos en sangre se utilizaron kits de la casa comercial Spinreact® siguiendo las indicaciones de las fichas técnicas proporcionadas por el proveedor. La cuantificación de MDA se realizó mediante la técnica modificada de Uchiyama & Mihara (1978), y consistió en preparar homogeneizados del músculo o testículo en KCl al 10% (0.1 gr de tejido/ml de KCl) que se mezcló con 3 ml de H_3PO_4 al 1% y 0.3 ml de TBA al 0.3%. Luego las muestras se colocaban en ebullición 45 minutos, se enfriaban a temperatura ambiente y se extraían con 1.5 ml de 1-butanol. La fase orgánica se separaba por centrifugación a 3000 rpm durante 10 minutos, para luego leer la absorbancia a 534 nm en un espectrofotómetro. Se preparó una curva de calibración de MDA a concentraciones de 0.11 a 7.22 ng/mL para determinar el nivel de MDA en los tejidos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó en el software GraphPad Prism versión 10 (GraphPad software, CA US). Los resultados se presentan como media ± desviación estándar, y la comparación entre grupos se realizó mediante una prueba ANOVA de una vía con un post hoc de Tukey, se consideró que las diferencias entre grupos fueron significativas cuando el valor de $p<0.05$.

RESULTADOS

Todos los grupos que llevaban la dieta para inducir el SM mostraron un menor consumo de alimento y bebida respecto al grupo de DE (Figura 1A y 1B). Sin embargo, al calcular la ingesta calórica promedio se observó que todos los grupos consumían en promedio la misma cantidad de calorías por día por animal y por ello no hubo diferencias significativas entre grupos (Figura 1C). El menor consumo de alimento sólido y bebida se puede explicar por el aporte calórico extra que proporciona la solución de glucosa (1 kcal/ml) que induce un estado de saciedad con mayor rapidez. De acuerdo a Vannan y cols. en 2018 [25] el menor consumo de alimento se debe a que el consumo oral de una solución glucosada genera en los organismos un efecto de saciedad más rápido debido a la facilidad de la disponibilidad energética, así como al aumento rápido de la glucemia, lo que genera la activación de hormonas anorexigénicas como GLP-1 y GIP. Por su parte Colley y Castonguay en 2015 [4], describieron que alteraciones en la disponibilidad de la glucosa pueden modular la actividad de neuronas hipotalámicas sensibles a la glucosa, las cuales participan en el control del apetito e ingesta alimentaria. Por otro lado, el hecho de consumir “alimento” en estado líquido en lugar de masticarlo hace que las calorías se obtengan más fácilmente y sin necesidad de gastar energía en su digestión. Así, cuanto más procesado es un alimento se invierte menos energía para su digestión, haciendo que la energía que proporciona esté fácil y completamente disponible, y por lo tanto podrá inducir un aumento del peso.

El peso de los animales se monitoreo a lo largo del periodo de estudio. Al inicio, no hubo diferencias significativas en el peso corporal entre los grupos de estudio (Figura 1D). Sin embargo, a la semana 28 el peso corporal fue mayor en el grupo de SM respecto al grupo de DE ($p<0.0001$), mientras que los animales que llevaban la dieta para inducir SM pero se les administraba el EHs mostraron una tendencia a disminuir el peso corporal respecto del grupo de SM, siendo estadísticamente menor el peso con las dosis de 100 y 300 mg/kg ($p<0.01$y $p<0.001$, respectivamente). Entre estos dos grupos

y el grupo control (DE) no se tuvieron diferencias significativas, lo que sugiere que en estos grupos la administración del EHs a dosis de 100 y 300 mg/kg contrarrestó el aumento del peso. La dosis de 200 mg/kg (SM+ EHs 200) no tuvo diferencia con el grupo de SM pero si con el grupo de DE ($p<0.01$), es decir estos animales tuvieron un aumento del peso que no contrarrestó el EHs. Aunque algunos autores han reportado que *Hibiscus sabdariffa* no modifica significativamente el peso corporal [3, 5, 7], otros han descrito una disminución del peso tras su administración crónica tanto en modelos de obesidad como en modelos de síndrome metabólico [8, 13, 22]

Nuestros resultados indican que el EHs administrado de forma crónica contrarresta el aumento del peso corporal inducido por el consumo de la solución de glucosa, la respuesta del EHs fue similar con las tres dosis evaluadas, siendo no significativa a la dosis de 200 mg/kg debido a la mayor dispersión de los datos en ese grupo.

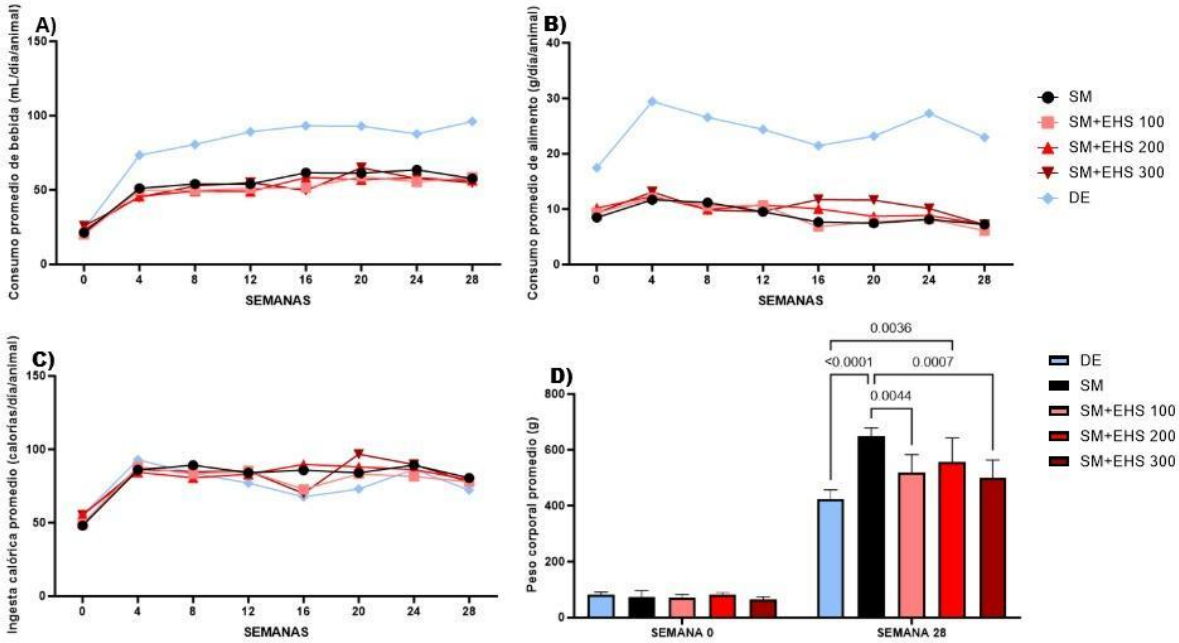


Figura 1. Por grupo se presentan los parámetros de: A) consumo de bebida, B) consumo de alimento, C) ingesta calórica, y D) peso corporal al inicio y al final del tratamiento. Cada punto en los gráficos de A-C representa el promedio de 4 animales, y en D) media ± desviación estándar.

Enseguida se verificó si el aumento del peso corporal en los animales con SM, se relacionaba con una mayor acumulación de grasa visceral. Como se observa en la Figura 2A, tanto el grupo de animales con SM y los 3 grupos con SM + EHs a las dosis de 100, 200 y 300 mg/kg presentaron un incremento altamente significativo de grasa visceral en comparación con el grupo de DE ($p<0.0001$). El EHs a las tres dosis evaluadas no tuvo efecto sobre la acumulación de grasa visceral inducida por el consumo de la solución de glucosa al 25%. En consecuencia, la disminución observada del peso corporal pudiera estar relacionada con otros cambios como menor volumen del agua corporal por menor ingesta de líquidos o por efecto diurético de la jamaica. Otra razón del menor peso, pudiera deberse al hecho de que los animales al consumir menos alimento sólido presentaban una deficiencia de proteína que promovería el catabolismo muscular generando así una disminución de masa. No obstante, son necesarios estudios adicionales que ayuden a explicar estos cambios.

El incremento de grasa visceral observado en el grupo SM concuerda con lo reportado en la literatura, donde la adiposidad visceral es considerada una de las principales alteraciones asociadas al síndrome metabólico, esta grasa es metabólicamente activa ya que libera citocinas proinflamatorias y ácidos grasos libres, contribuyendo así al desarrollo de resistencia a la insulina y dislipidemias [12, 20].

En la Figura 2, se presentan además los resultados del nivel de glucosa (Figura 2B) y triglicéridos (Figura 2C) que se midió en el plasma de los grupos experimentales. El grupo de SM presentó un

aumento significativo de glucosa (p= 0.0081) y triglicéridos (p=0.0115) respecto del grupo de DE, lo cual confirmó el estado de SM en esos animales. La suplementación con el EHs disminuyó pero no normalizó estos parámetros, particularmente la dosis de 100 mg/kg parece tener un mejor efecto.
La hiperglucemia que se observó en los grupos de SM puede atribuirse al desarrollo de resistencia a la insulina inducida por el consumo excesivo de glucosa y la acumulación de tejido adiposo visceral, ya que ambos factores generan alteraciones en la captación periférica de glucosa y en la señalización de la insulina [8]. En cuanto al afecto de EHs, los grupos tratados con dosis de 100 y 300 mg/kg mostraron una tendencia a disminuir la glucemia sin que existan diferencias significativas entre ellos, por otro lado, la dosis de 200 mg/kg incluso presentó valores de glucosa sérica cercanos al grupo de SM, lo que sugiere que el efecto antihiperglucémico del extracto podría no seguir una respuesta dosis-dependiente lineal, sino un efecto bifásico, diversos estudios han reportado que *Hibiscus sabdariffa* puede mejorar la homeostasis de la glucosa mediante mecanismos relacionados con el aumento de la sensibilidad a la insulina, disminución del estrés oxidativo e inhibición de enzimas digestivas [2, 8, 19, 26].

En cuanto a los niveles séricos de triglicéridos, el grupo SM presentó un incremento significativo respecto al grupo DE, evidenciando así la presencia de alteraciones en el metabolismo lipídico característico del síndrome metabólico [20], esta hipertrigliceridemia observada en el grupo SM puede ser atribuida a la resistencia a la insulina y al exceso de carbohidratos en circulación, condiciones que generan un aumento de la lipogénesis hepática, liberación de ácidos grasos libres y la acumulación de lípidos en circulación [23]. En cuanto al efecto de la administración de EHs sobre el nivel de triglicéridos, se observó una tendencia a la disminución de triglicéridos en circulación, especialmente con las dosis de 100 y 300 mg/kg aunque no existen diferencias significativas tanto con el grupo de DE o con el de SM. La dosis de 200 mg/kg de EHs nuevamente presentó un comportamiento diferente a las otras dos dosis que se evaluaron, ya que con esta dosis el nivel de glucosa y triglicéridos presentó diferencias significativas con el grupo de DE.

Algunos autores han atribuido el efecto hipolipemiante de *Hibiscus sabdariffa* a su contenido fenólico, especialmente las antocianinas y flavonoides [6, 22]. Resultados similares han sido reportados previamente en modelos de síndrome metabólico y obesidad tratado con *Hibiscus sabdariffa*, donde se observa una disminución de triglicéridos séricos y una mejoría general del perfil metabólico [3, 8].

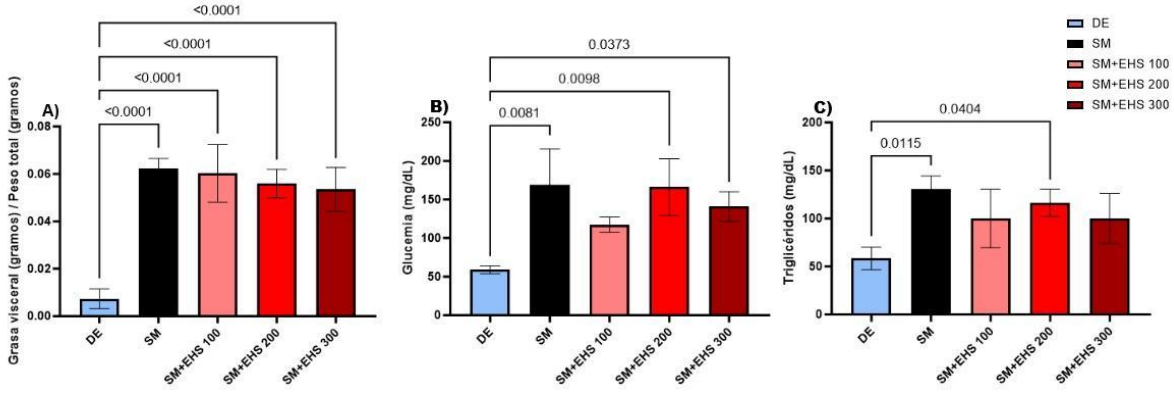


Figura 2. Parámetros metabólicos por grupo experimental. A) peso relativo de grasa visceral, B) nivel de la glucosa sérica, C) nivel de triglicéridos. Cada barra representa el promedio±DE en cada grupo (n=4).

El SM generó un marcado aumento en los niveles de MDA en músculo (p<0.0001) y testículo (p<0.001) respecto al grupo de DE, evidenciando un aumento en la peroxidación lipídica que es consecuencia de un estado de estrés oxidativo asociado con el síndrome metabólico [21, 24]. El incremento de ROS en el síndrome metabólico ha sido ampliamente relacionado con la hiperglucemia, la resistencia a la insulina y alteraciones del metabolismo lipídico, condiciones que favorecen el daño oxidativo sobre biomoléculas y membranas celulares [8, 18].

En el tejido muscular los grupos tratados con EHs mostraron una disminución significativa de MDA, particularmente al utilizar las dosis de 100 y 300 mg/kg, sugiriendo un efecto antioxidante del extracto sobre el daño oxidativo inducido por el síndrome metabólico. De manera similar, en testículo se observó una normalización de los niveles de MDA independientemente de la dosis administrada, estos hallazgos son relevantes debido a que el tejido testicular posee una elevada susceptibilidad al estrés oxidativo por su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados y su intensa actividad metabólica [1], este efecto antioxidante de *Hibiscus sabdariffa* ha sido atribuido principalmente a su alto contenido de compuestos fenólicos, los cuales tienen la capacidad de neutralizar a las ROS, disminuyendo así la peroxidación lipídica [6, 22]. Resultados similares han sido reportados en modelos experimentales de síndrome metabólico y obesidad, donde la administración de *Hibiscus sabdariffa* disminuyó marcadores de estrés oxidativo en diversos tejidos [8, 15]. El hecho de que la disminución de MDA fuera más evidente en testículo podría sugerir que el EHs ejerce un efecto protector importante sobre tejidos altamente susceptibles al daño oxidativo, lo cual podría tener implicaciones relevantes sobre la función reproductiva en el síndrome metabólico.

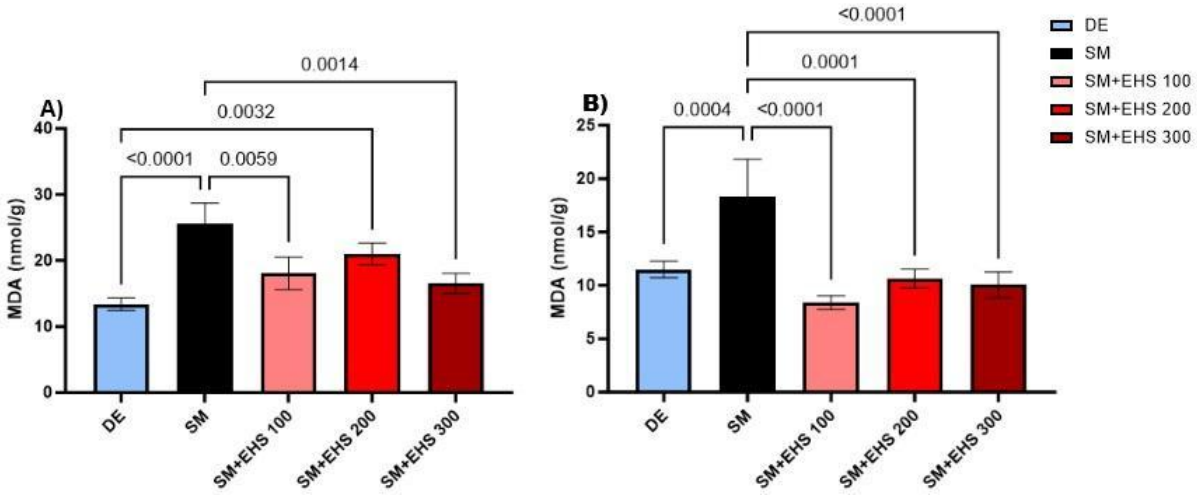


Figura 3. Niveles de malondialdehido en A) músculo y B) testículo.

CONCLUSIÓN

El modelo experimental permitió reproducir alteraciones metabólicas y de estrés oxidativo características del síndrome metabólico, entre ellas hipertrigliceridemia, hiperglucemia, aumento del peso y de la grasa visceral; así como un aumento en los niveles de MDA en músculo y testículo. Por su parte la administración crónica del extracto hidroalcohólico de *Hibiscus sabdariffa* mostró efectos favorables sobre el estrés oxidativo y parámetros metabólicos, particularmente en la disminución de triglicéridos y glucosa sérica, así como la normalización de MDA testicular. Estos hallazgos sugieren que los compuestos bioactivos presentes en Hs podrían ejercer un efecto protector al daño oxidativo asociado al síndrome metabólico, posicionándolo como una alternativa terapéutica complementaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. R. J. Aitken, “Impact of oxidative stress on male and female germ cells: implications for fertility”, Reproduction, Vol. 159, 4, 2020, pp. 189-201.
2. A. Amos & B. Khiatah, “Mechanisms of action of nutritionally rich Hibiscus sabdariffa's therapeutic uses in major common chronic diseases: a literature review”, Journal of the American Nutrition Association, Vol. 44, 1, 2022, pp. 116-124.

3. M. Bule, A. H. A. Albelbeisi, S. Nikfar, M. Amini & M. Abdollahi, “The antidiabetic and antilipidemic effects of Hibiscus sabdariffa: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials”, Food Research International, Vol. 130, 2020, 108980.
4. D. L. Colley & T. W. Castonguay, “Effects of sugar solutions on hypothalamic appetite regulation”, Physiology & behavior, Vol. 139, 2015, pp. 202-209.
5. J. F. Costa, A.L. Monteiro, B. A. Nascimento, C. M. Oliveira, K. P. Coutinho, A. J. Teodoro, … & M. S. Figueiredo, “Supplementation Effects of Hibiscus sabdariffa L. Flower Aqueous Extract on Body Composition and Metabolism in Eutrophic and Obese Rats”, Obesities, Vol. 5, 4, 2025, pp. 67
6. I. Da-Costa-Rocha, B. Bonnlaender, H. Sievers, I. Pischel & M. Heinrich, “Hibiscus sabdariffa L.–A phytochemical and pharmacological review”, Food chemistry, Vol. 165, 2014, pp 424-443.
7. P. Dilokthornsakul, N. Rattanachaisit, P. Thimkorn, S. Pongpattanawut, W. Dilokthornsakul, & T. Dhippayom, “Clinical effects of Hibiscus sabdariffa Linn. on obesity treatment: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials”, Complementary Therapies in Medicine, Vol. 84, 2024, pp. 103063.
8. N. S. Emmanuel, I. Musah, L.. Yusuf, R. B. Mustapha, L. O. Moyinoluwa, Y. E. Abdulrahman, ... & I. S. Malgwi, “Modulatory effects of Hibiscus sabdariffa extract on insulin receptor sensitivity, oxidative stress, inflammatory markers, and glucose homeostasis in a rat model of metabolic syndrome”, The Journal of Basic and Applied Zoology, Vol. 86, 1, 2025, pp. 114.
9. E. H. Elmorsy, R. G. Aly, N. M. Badae, M. M. Aboghazala & S. S. Omar, “Zinc alleviates high fat diet-induced spermatogenic dysfunction in Wistar rats: Role of oxidative stress, HMGB1 and inflammasome”, Rev. Int. Androl, Vol. 22, 2024, pp. 44-52.
10. M. C. Fragozo-Ramos, “Metabolic syndrome: a literature review”, Medicina & Laboratorio, Vol. 26, 1, 2022, pp. 47-62.
11. B. H. Goodpaster & L. M. Sparks, “Metabolic flexibility in health and disease”, Cell metabolism, Vol. 25, 5, 2017, pp. 1027-1036.
12. M. S. Islam, P. Wei, M. Suzauddula, I. Nime, F. Feroz, M. Acharjee & F. Pan, “ The interplay of factors in metabolic syndrome: understanding its roots and complexity”, Molecular Medicine, 30, 1, 2024, pp. 279.
13. B. Janson, J. Prasomthong, W. Malakul, T. Boonsong, & S. Tunsophon, “Hibiscus sabdariffa L. calyx extract prevents the adipogenesis of 3T3-L1 adipocytes, and obesity-related insulin resistance in high-fat diet-induced obese rats”, Biomedicine & Pharmacotherapy, Vol. 138, 2021, pp. 111438.
14. T. D. Jeffery& M. L. Richardson, “A review of the effectiveness of hibiscus for treatment of metabolic syndrome”, Journal of ethnopharmacology, Vol. 270, 2021, pp. 113762.
15. S. M. Khan, A. I. Isa, H. Eissa, A. S. Metwally, M. O. Mohamed, I. G. Bako & N. E. Khalaf, “Hibiscus sabdariffa mitigates hyperlipidemia, cardiac oxidative stress, and inflammatory cytokines in serum and cardiac tissue of adult female Wistar rats with fructose-induced metabolic syndrome”, Archives of Biological Sciences, Vol. 77, 3, 2025, pp. 245-256.
16. M. J. Lee & J. Kim, “The pathophysiology of visceral adipose tissues in cardiometabolic diseases”, Biochemical pharmacology, Vol. 222, 2024, pp. 116116.
17. K. Leisegang & D. Dutta, “ Do lifestyle practices impede male fertility?”, Andrologia, 53, 1, 2021.
18. S. K. Masenga, L. S. Kabwe, M. Chakulya & A. Kirabo, “Mechanisms of oxidative stress in metabolic syndrome”, International journal of molecular sciences, Vol. 24, 9, 2023, pp. 7898.
19. A. I. Mohamed, V. F. Salau, O. L. Erukainure & M. S. Islam, "Hibiscus sabdariffa L. polyphenolic-rich extract promotes muscle glucose uptake and inhibits intestinal glucose absorption with concomitant amelioration of Fe2+-induced hepatic oxidative injury”, Journal of Food Biochemistry, Vol. 46, 12, 2022.
20. I. J. Neeland, S. Lim, A. Tchernof, A. Gastaldelli, J. Rangaswami, C. E. Ndumele, ... & J. P. Després, “Metabolic syndrome”, Nature Reviews Disease Primers, Vol. 10, 1, 2024, pp. 77.
21. Y. Rochlani, N. V. Pothineni, S. Kovelamudi & J. L. Mehta, “Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds”, Therapeutic advances in cardiovascular disease, Vol. 11, 8, 2017, pp. 215-225.
22. M. A. Salem, A. Zayed, M. E. Beshay, M. M. Abdel Mesih, R. F. Ben Khayal, F. A. George & S. M. Ezzat, “ Hibiscus sabdariffa L.: phytoconstituents, nutritive, and pharmacological applications: MA Salem et al”, Advances in Traditional Medicine, Vol. 22, 3, 2022, pp. 497-507.

23. V. T. Samuel & G. I. Shulman, " Mechanisms for insulin resistance: common threads and missing links", Cell, Vol. 148, 5, 2012, pp. 852-871.
24. D. Tsikas, "Assessment of lipid peroxidation by measuring malondialdehyde (MDA) and relatives in biological samples: Analytical and biological challenges", Analytical biochemistry, Vol. 524, 2017, pp. 13-30.
25. D. T. Vannan, M. R. Bomhof & R. A. Reimer, "Comparison of glucose and satiety hormone response to oral glucose vs. two mixed-nutrient meals in rats", Frontiers in Nutrition, Vol. 5, 2018, pp. 89.
26. S. Zulfiqar, L. J. Marshall & C. Boesch, "Hibiscus sabdariffa inhibits α-glucosidase activity in vitro and lowers postprandial blood glucose response in humans", Human Nutrition & Metabolism, Vol. 30, 2022.

PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* MULTIRRESISTENTE EN HERIDAS DE PIEL

Rodrigo Díaz Balcázar, Judith Ayala García

Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
rodrigo.diaz@umich.mx

RESUMEN

En el mundo microbiano existen infinidad de bacterias causantes de distintas infecciones que a su vez también han generado mecanismos de resistencia ocasionando así un verdadero problema de salud pública a nivel mundial. La OMS en el 2020 reconoció la verdadera problemática y lo clasificó como un problema sanitario urgente de dimensión mundial, entre la enorme lista y que desgraciadamente sigue en aumento, encontramos a *Escherichia coli* como uno de los principales agentes que ha desarrollado mecanismos de multirresistencia, no solo a nivel genitourinario sino también en tejidos blandos. En este trabajo se analiza la prevalencia de *Escherichia coli* y su multirresistencia a los diferentes antibióticos en antibiogramas de pacientes con lesiones de piel. El presente es un estudio de tipo transversal y descriptivo. Las 25 muestras tratadas se obtuvieron por personal capacitado en toma de muestras de lesiones cutáneas, previamente con el consentimiento informado, cada una de las muestras fueron cultivadas en diferentes medios de cultivos en los cuales se incluyen medios de enriquecimiento, selectivos y diferenciales. Para el estudio del antibiograma se seleccionaron los antibióticos que sugieren los protocolos del CLSI (Instituto de normas clínicas y de laboratorio), teniendo en consideración el tipo de microorganismo identificado. De las muestras analizadas en un 16% se aisló *E. coli*., las resistencias encontradas son: 50% Trimetoprima/sulfametoxazol, 75% a cefalosporinas (Cefepime, ceftriaxona), 75% quinolonas (Levofloxacino) y en un 100% resiste a Gentamicina y Cloranfenicol. Con estos resultados se evidencia la ineficacia de estos antibióticos ante la presencia de *E. Coli*, cabe mencionar que en tratamientos empíricos dichos antibióticos eran utilizados por su eficacia, sin embargo, por los mecanismos de multirresistencia resultan un fracaso para la terapia antimicrobiana.

INTRODUCCIÓN

En el universo de los microrganismos existen agentes bacterianos patógenos causantes de diferentes enfermedades, los cuales han evolucionado genéticamente para tolerar y descomponer las estructuras químicas de los antibióticos, mediante la síntesis de estructuras proteicas específicas codificadas en un gen dentro de su cromosoma bacteriano, generando distintos mecanismos de resistencia, las cuales forman parte de su proceso natural evolutivo. Los mecanismos se logran mediante estimulaciones que el propio medio donde habitan los obliga a una adaptación para lograr sobrevivir [(1)] . En los últimos años se han reportado a nivel global procesos infectivos ocasionados por bacterias gramnegativas destacando entre éstas a *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa y Acinetobacter baumannii* resistentes a múltiples antibióticos, dichas bacterias se han encontrado en complicaciones severas y por consiguiente constituyen un severo problema de salud pública a nivel mundial. Las infecciones ocasionadas generan un pronóstico muy poco alentador debido a que, con los protocolos utilizados para el tratamiento adecuado convencional basado en la administración de antibacterianos, resultan un fracaso por la resistencia que manifiestan las bacterias [(2)]. El progreso de mecanismos de resistencia parece no detenerse, pues día a día se detectan y se reportan casos en los cuales, por algún tipo de resistencia los tratamientos con antibióticos llegan a fracasar. Por mencionar un ejemplo, en algunos hospitales de Estados Unidos de América durante el periodo de 2009 al 2014 reportaron un incremento en la incidencia de una cepa de *Escherichia coli* productora Beta Lactamasa de Espectro Extendido (BLEE) y lo mismo ocurrió en ese periodo en América Latina [(3,5)]. No es el único mecanismo que se puede presentar, sin embargo, sí el más frecuente encontrado en la mayoría de las bacterias. Hoy día, se conoce la existencia de muchos mecanismos de resistencia bacteriana y por consiguiente se sabe con certeza qué antimicrobianos resultan ineficaces para tratar los procesos infecciosos, esto indiscutiblemente resulta preocupante pues como lo menciona[(1)], la Organización Mundial de la Salud (OMS) pronóstica que para el 2050 ya no

tengamos antibióticos efectivos contra bacterias multirresistentes por lo tanto será la primer causa de muerte ocasionada por este tipo de bacterias.

TEORÍA

La etiología de las infecciones de piel y tejidos blandos, así como úlceras por presión, vasculares y pie diabético son polimicrobianas con participación de bacterias aerobias y anaerobias. Entre los microorganismos frecuentemente recuperados en ese tipo de lesiones se encuentra *Staphyloccocos aureus*, bacilos gram negativos pigmentados y no pigmentados como *Escherichia coli*. Uno de los principales mecanismos de transmisión se produce por un aseo higiénico deficiente por parte del paciente o bien por el personal sanitario que se coloniza en el ambiente de un hospital o clínica e interviene en las curaciones constituyendo así una vía de entrada [3,4,8].

La *Escherichia coli*, es un patógeno humano que forma parte de nuestro microbiota intestinal normal pertenece a la familia de las enterobacterias, de forma bacilar Gram negativa, no esporulada, la mayoría de las cepas comensales de esta bacteria son inocuas, sin embargo, en los últimos años algunas variantes han tomado gran relevancia por su capacidad de adquirir factores de virulencia convirtiéndose así en uno de los principales microorganismos infecciosos [2,11].

Sus características anaerobias facultativas le permiten metabólicamente fermentar azúcares como la lactosa y dextrosa con gran facilidad, además de poder desplazarse libremente hacia cualquier sitio para degradar sustratos al poseer una disposición flagelar peritica. Su antigenicidad se basa en tres tipos de estructuras antigénicas como son: Antígeno O (Lipopolisacárido de pared celular), Antígeno H (Proteína Flagelar) y Antígeno K (Polisacárido capsular) [11,4,2,7]. La habilidad que tiene este microorganismos para causar un proceso infectivo de debe a su tipo de estructura y su capacidad de resistir y tolerar ambientes adversos donde puede adaptarse con facilidad, por esas características es que puede generar daño dentro del huésped, como sucede con las infecciones intestinales caracterizadas por procesos diarreicos que se transmiten principalmente por vía fecal-oral afectando al sistema digestivo de diferentes formas por la capacidad que tiene de moverse, fijarse o adherirse al epitelio intestinal y liberación de toxinas. Entre los patotipos productores de diarrea que posee este género destacan: enterotoxigénica (ETEC), enterohemorrágica (EHEC), enteroinvasiva (EIEC), enteropatógena (EPEC), enteroagregativa (EAEC) y de adherencia difusa (DAEC) [3,5,1,11].

Otro tipo de daño que ocasiona es fuera del tracto gastrointestinal, provocando infecciones de alta prevalencia por ejemplo en infecciones de vías urinarias tenemos como agente etiológico a *Escherichia coli*, en un 80% o más, de los casos reportados, que origina cuadros de Sepsis y Bacteriemia procedente de una infección urinaria previa. Y por último la Meningitis neonatal que la cepa de *E. coli* con el antígeno capsular K1 puede atravesar la barrera hematoencefálica en los recién nacidos [2,3]. Como previamente se ha mencionado *E.coli* es biota normal intestinal, sin embargo, tiene una gran capacidad de formar parte en las infecciones cutáneas y su presencia es cada vez más frecuente en personas con algún tipo de comorbilidad y en ambientes hospitalarios. Como dato histórico las infecciones de piel y tejidos blandos se relacionan con bacterias gram positivas invasoras cuyo agente frecuentemente encontrado es el *Staphylococcus aureus*, sin embargo, otro tipo de protagonista que va ganando terreno es *E. coli* que se ha encontrado con alta prevalencia en procesos ulcerativos por presión y pie diabético que estudios reportados se ha aislado entre un 10% y 15% de cultivos polimicrobianos. En las infecciones quirúrgicas en particular aquellas cirugías abdominales y pélvicas donde hay riesgo de contaminación fecal existen datos reportados donde se han encontrado la presencia en un porcentaje entre el 7% y el 10% en cultivos aplicados a ese tipo de infecciones [1,2,4,10].

Mecanismos de Resistencia Frecuentemente encontrados en *Escherichia coli.*

E. coli utiliza sus diferentes capacidades para desactivar y neutralizar los efectos de los antibacterianos, siendo los mecanismos enzimáticos los más empleados. Dentro de los mecanismos

más eficientes que ha logrado generar es la creación de enzimas denominadas betalactamasas las cuales hidrolizan la estructura de los antibióticos, específicamente en el anillo betalactámico [3,4]. Las betalactamasas también conocidas de espectro extendido (BLEE) son enzimas las cuales fenotípicamente se caracterizan por ser resistentes a penicilinas, cefalosporinas de 1ª, 2ª, 3ª y 4ª generación, lamentablemente este grupo de antimicrobianos son los más socorridos por los médicos para tratar los procesos infectivos. La aparición de este tipo de mecanismos favorece que una enfermedad infecciosa se llegue a complicar lo suficiente y aumenten las tasas de mortalidad y morbilidad a nivel mundial convirtiéndose así en un verdadero problema y una seria amenaza para la salud pública [8,9].

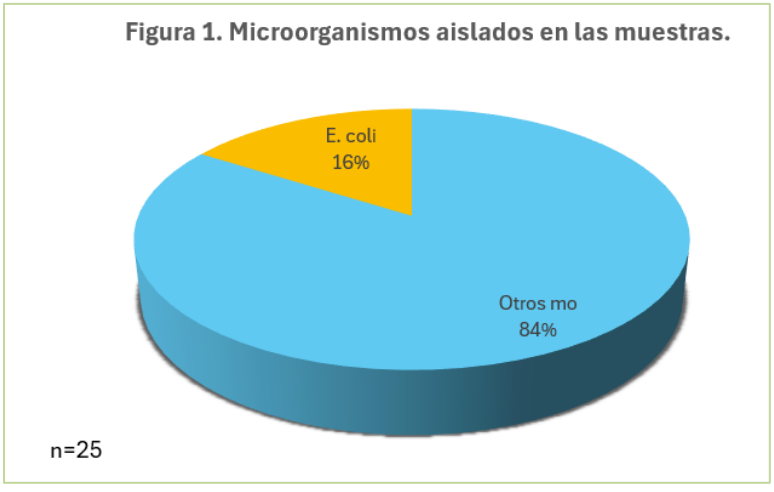
PARTE EXPERIMENTAL

El presente es un estudio de tipo transversal y descriptivo. Las 25 muestras tratadas se obtuvieron por personal capacitado en toma de muestras de lesiones cutáneas, previamente con el consentimiento informado, donde se explica la confidencialidad y tratamiento de los datos. Cada una de las muestras se cultivaron en diferentes medios de cultivos, entre ellos se incluyeron medios de enriquecimiento, selectivos y diferenciales. Posterior a la incubación se aplicaron pruebas bioquímicas para la identificación, una vez identificado el agente causal por género y especie se realizó el estudio del antibiograma, para su realización, se seleccionaron los antibióticos que sugieren los protocolos del CLSI (Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio), transcurridas las 24 h de incubación se realizaron las mediciones de los halos de inhibición para conocer la susceptibilidad, resistencia o valor intermedio de cada uno de los antibióticos.

RESULTADOS

De las 25 muestras analizadas en un 16% se aisló *E. coli.,* las resistencias encontradas son: 50% Trimetoprima/sulfametoxazol, 75% a cefalosporinas (Cefepime, ceftriaxona), 75% quinolonas (Levofloxacino) y en un 100% resiste a Gentamicina y Cloranfenicol. Con estos resultados se evidencia la ineficacia de estos antibióticos ante la presencia de *E. coli*.

Del total de las muestras analizadas, se observó que *E. coli*, se aisló en un 16% (Fig.1) y el restante 84% corresponde a otros géneros y especies bacterianas.

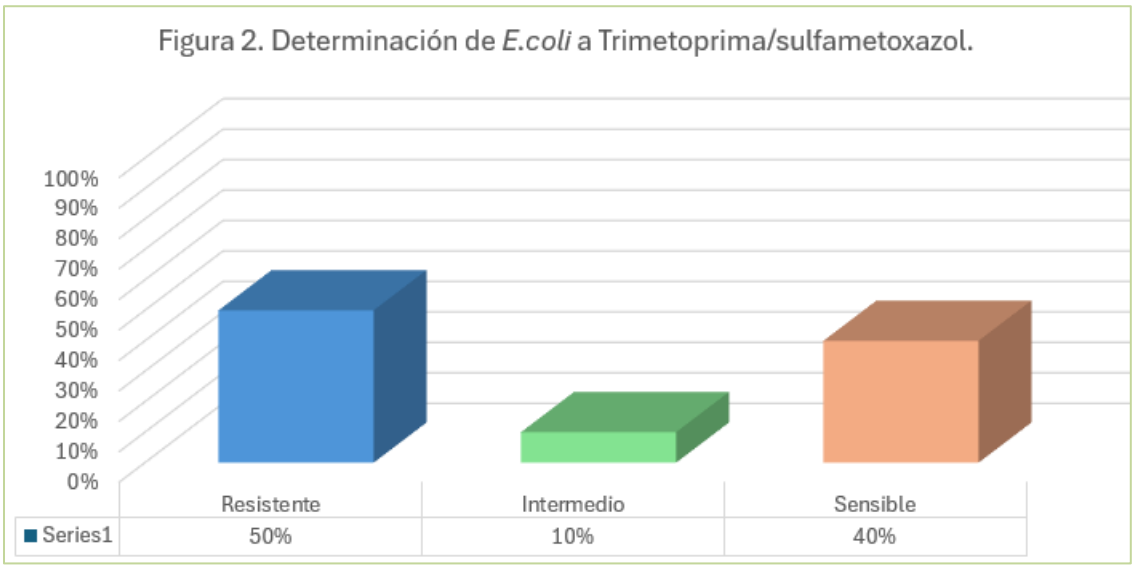


Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio.

Una vez que se aisló e identificó a los microorganismos, se aplicó el estudio del antibiograma para observar las susceptibilidades a los antibióticos, todo se realizó en total apego a la normativa que rige el CLSI (Instituto de normas clínicas y de laboratorio).

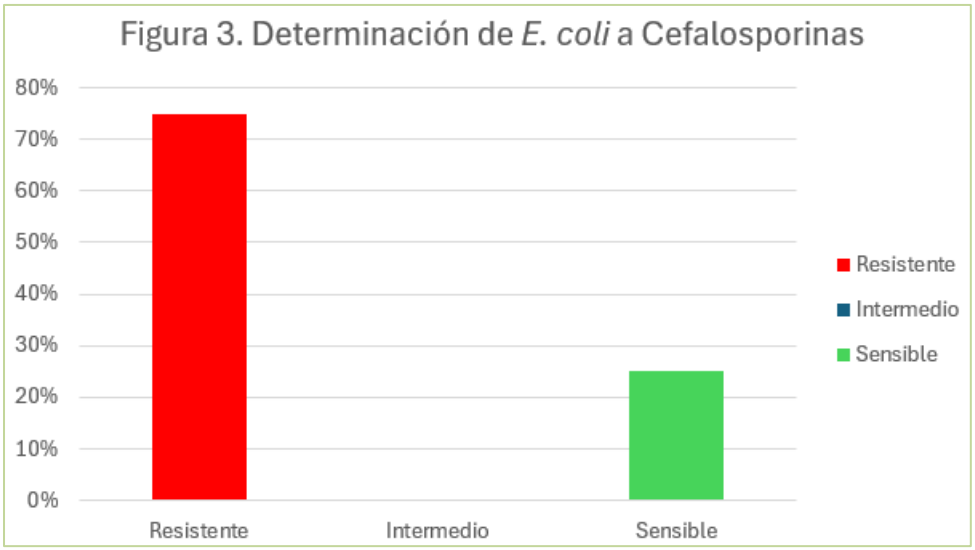
El antibiograma es una herramienta que nos permite identificar las resistencias que se pueden presentar en diferentes antibióticos, *E. coli*, presentó distintas resistencias de las principales encontradas fue hacia Trimetropima/sulfa, cefalosporinas, gentamicina y cloranfenicol.

En la figura 2, se muestran los porcentajes de las resistencias de *E coli* a Trimetoprima/sulfametoxazol, encontrándose un 50% resistentes, un 10% intermedio y solo el 40% sensible, lo que indica que ya no es un buen antibiótico efectivo para ser utilizado, cabe señalar que el 10% que se reporta en intermedio, sería una opción menos de indicar, ya que en muchas ocasiones ésos resultados tienden a cambiar hacia la resistencia.



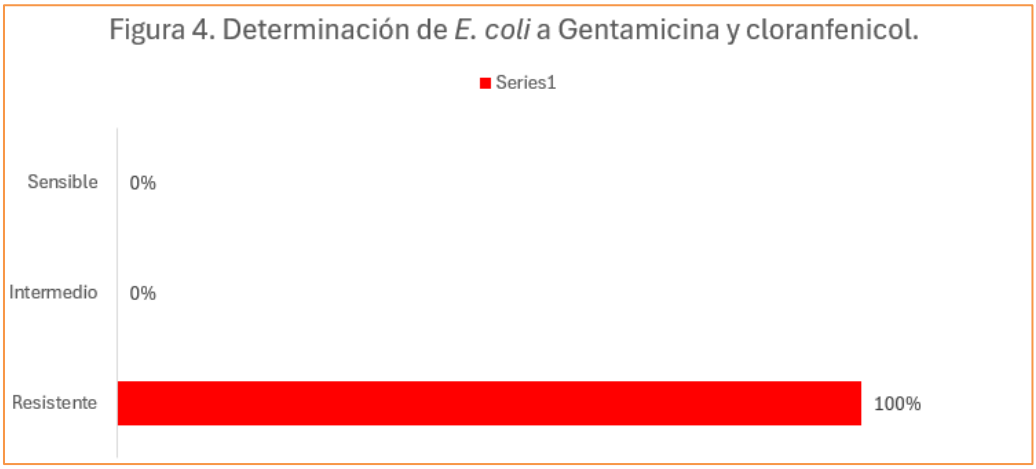
Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio.

Otra línea de antibióticos a estudiar son las cefalosporinas como Cefepime y ceftriaxona, estos antibióticos son los más utilizados para este tipo de infecciones, en la figura 3 se observa como en un 75% de los estudios realizados son resistentes a este tipo de antibióticos, y solo un 25% sensibles.



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio.

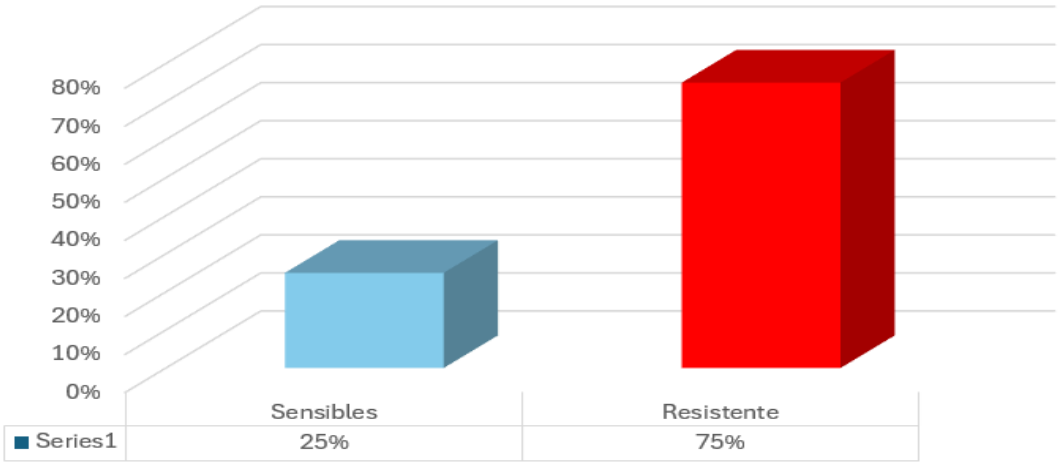
El antibiograma permite estudiar diferentes líneas de antibacterianos como gentamicina y cloranfenicol, estos mostraron un 100% de resistencia hacia *E. coli,* descartando por completo su uso, ya que por mucho que se administre, el agente causal tiene la capacidad de resistirlo totalmente, como se observa en la figura 4.



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio.

Y por último otro de los antibióticos utilizados en el antibiograma fue una fluoroquinolona (Levofloxacino), se uso es muy amplio por efectividad en los procesos infeccioso, sin embargo también se presento la resistencia como se observa en la fig.5

Figura 5. Resistencia a Quinolonas (Levofloxacino).



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados en el Laboratorio.

CONCLUSIONES

Con estos resultados se evidencia la ineficacia de estos antibióticos ante la presencia de *E. Coli,* cabe mencionar que durante mucho tiempo la mayoría de los antibióticos que se utilizaban para el tratamiento de las diferentes infecciones resultaban ser eficaces aún cuando la prescripción médica era empírica, sin embargo, el desarrollo de mecanismos de resistencia por parte de las bacterias surgió desde la era de la síntesis de los antibióticos, las bacterias poco a poco comenzaron a adaptarse a su presencia respondiendo a éstos como un mecanismo de supervivencia. Dentro de esa adaptación los microorganismos desde su parte más interna comenzaron genéticamente a codificar proteínas enzimáticas como defensa y al mismo tiempo otros tipos estructuras para evadir o destruir las estructuras de los antibióticos a una velocidad increíble que la OMS ha declarado un problema de salud mundial. El problema es alarmante, pues en un futuro no muy lejano no tendremos antibióticos para controlar los procesos infecciosos y las infecciones, por lo tanto, se convertirán como la primera causa de muerte.

BIBLIOGRAFÍA

1. Miranda García Mª C. Escherichia coli portador de betalactamasas de espectro extendido. Resistencia. Sanidad Militar versión impresa ISSN 1887-8571. 2013 Diciembre; 69(4).
2. Peñaloza Piña Lucía Maribel, Aspiazu Hinostroza Karla Alexandra. Mecanismos de resistencia de Escherichia Coli en América Latina. Vive Revista de Salud, versión impresa ISSN 2664-3243. 2021 Agosto; 4(11).
3. María Carmen Fariñas Luis Martinez Martinez. Infecciones causadas por bacterias gramnegativas multirresistentes: enterobacterias, Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter baumannii y otros bacilos gramnegativos no fermentadores. ELSEVIER. 2013 Junio-Julio; 31(6).
4. Monté Cepero Lorena, Martínez Casanueva Raiza.. Escherichia coli y Klebsiella pneumoniae productoras de betalactamasas de espectro extendido en un hospital de La Habana. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología versión On-line ISSN 1561-3003. 2021; 58.
5. Zunilda Leticia Bello Fernández , Yacel Pacheco Pérez, Yaquelin Cozme Rojas, Pedro Enrique Castillo Pompa. Resistencia antimicrobiana en pacientes de la comunidad Antimicrobial resistance in community patients. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta ISSN 1029-3027 | RNPS 1824. 2019 Julio-Agosto; 44(4).

6. Espinoza Tavera Alejandro, Hernández Gracia Guillermo, Cantú Ramírez Rubén Celerino, Díaz López Arely, Ávila Aguilar Selene, García García Edgar Alonso et al. Prevalencia y perfil de resistencia a antibióticos de microorganismos aislados de infecciones en pie diabético. Ciencia UAT versión On-line ISSN 2007-7858versión impresa ISSN 2007-7521. 2014 Julio- Diciembre; 9(1).
7. Romero Collado Ángel, Verdú Soriano José, Homs Romero Erica. Recomendaciones del uso de antimicrobianos en heridas crónicas. GEROKOMOS versión impresa ISSN 1134-928X. 2022 Junio; 33(2).
8. Almudena Burillo, Antonio Moreno, Carlos Salas. Diagnóstico microbiológico de las infecciones de piel y tejidos blandos. ELSEVIER. 2007 Noviembre; 25(9).
9. Silva Víctor, Marcoleta Alicia, Silva Viviana, Flores Dángelo, Aparicio Teresa, Aburto Isabel et al. Prevalencia y perfil de susceptibilidad antimicrobiana en bacterias aisladas de úlceras crónicas infectadas en adultos. Revista chilena de infectología, versión impresa ISSN 0716-1018. 2018 Abril; 35(2).
10. Sosa Flores Jorge Luis, Chapoñan Mendoza Juan Fernando. Resistencia antibiótica de Escherichia coli, según producción de beta lactamasas de espectro extendido, en urocultivos. Hospital III-1. Chiclayo, Perú 2020. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, versión impresa ISSN 2225-5109versión On-line ISSN 2227-4731. 2022 Octubre-Diciembre; 15(4).
11. Patricia M. Tille PM. Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology. 13th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby; 2014.

DETERMINANTES ASOCIADOS A EVENTOS SUPUESTAMENTE ATRIBUIBLES A LA VACUNACIÓN Y/O INMUNIZACIÓN EN DOCENTES UNIVERSITARIOS

Heligh S. Tzompaxtle Cruz, Juan L. Herrera Martínez y Jorge E. Castañeda Bañuelos.

Unidad Académica de Medicina Humana y Ciencias de la Salud. Maestría en Ciencias de Salud con Especialidad en Salud Pública.
helighsa@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La vacunación es una de las estrategias de la salud pública, más eficaces contra la enfermedad COVID-19, sin embargo, de acuerdo con los fabricantes de medicamentos y vacunas, pueden producir efectos adversos en algunas personas y en otras no. Objetivo: Analizar la asociación entre las variables sociodemográficas, estilo de vida e historia clínica y presencia de ESAVI reportadas por docentes del Área de Ciencias de la Salud (ACS), Campus Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) Siglo XXI (SXXI). Material y métodos: Este estudio está delimitado de corte cuantitativo, transversal, analítico, observacional y no experimental. El universo total fue de 625 docentes adscritos a la institución, se realizó un muestreo aleatorio en la Unidad Académica de Enfermería (UAE), Unidad Académica de Ciencias Químicas (UACQ) y Unidad Académica de Medicina Humana y Ciencias de la Salud (UAMH y CS) pertenecientes al ACS. Resultados: En este estudio abarcó a 129 docentes universitarios, predominantemente mujeres con un 67.4% (n=87), lo que refleja una ratio aproximada de 2:1 a favor del género femenino, en términos etarios, el 79.8% (n=103) se concentró entre los 36 y 65 años, etapa asociada a la consolidación profesional y alta productividad académica, mientras que la representación de adultos jóvenes (25-35 años; 17,1%), El nivel educativo reveló un capital académico elevado, con el 79.1% poseedor de estudios de posgrado, maestría (37.2%; n=48) y doctorado (41.9%; n=54), configurando un perfil típico de instituciones con demandas de especialización. El 76.7% reportó actividad física regular, sin embargo, solo el 6.2% incorporó una segunda modalidad y el 81.4% respondió que lo hacía con frecuencia. La historia clínica resaltó un riesgo metabólico latente (59.7% de sobrepeso contrastando con diabetes 5.4%), lo que muestra una ventana para llevar a cabo intervenciones tempranas. Los Eventos Supuestamente Atribuibles a la Vacunación y/o Inmunización (ESAVI) mostraron una disminución proporcional con cada dosis de refuerzo.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad provocada por el coronavirus, es ocasionada por el virus SARS-CoV-2, el cual fue identificado en la ciudad de Wuhan, en la provincia de Hubei, China. A finales de diciembre de 2019, las autoridades locales reportaron 27 casos de neumonía con una etiología desconocida, de estos pacientes, siete fueron graves, los cuales llamaron la atención de la comunidad internacional. El 9 de enero de 2020, el Ministerio de Sanidad de China identificó la cepa del coronavirus como el agente causal de la enfermedad (Amodio et al., 2020). La infección por SARS-CoV-2 varía desde ser asintomática hasta generar la enfermedad COVID- 19, y puede llevar a la muerte (Castelo-Rivas et al., 2022). La enfermedad se extendió a todo el país, posteriormente el 13 de enero se reportó en primer caso en Tailandia (Wilasang et al., 2022), seis días después el 19 de enero en Corea del Sur y en varios países del continente asiático (Wang C. et al., 2020), en otro reporte el 22 de enero del 2020, el mismo ministerio de sanidad dio a conocer 571 casos, de los cuales 17 perdieron la vida (Wang W. et al., 2020), por lo anterior, los contagios se incrementaron masivamente así como las muertes; el virus ha generado crisis de salud con implicaciones sociales, económicas, ambientales y políticas, a lo que se le suma la aparición de nuevas variantes más contagiosas (Fuertes-Bucheli et al., 2022). La Organización Mundial de la Salud (OMS) declara 20 de marzo de 2020 una nueva pandemia (Chaparro Mérida et al., 2022).

A finales del 2020 de diciembre, la OMS incluyó en su lista de uso emergencia de la vacuna desarrollada por Pfizer y BioNTech (BNT162b2) (Díaz-Castrillón y Toro-Montoya, 2022). De acuerdo con los fabricantes de medicamentos y vacunas, pueden no desencadenar ninguna reacción adversa en algunos pacientes, mientras que en otros pueden presentarse ESAVI Graves y No graves (Chaparro Mérida et al., 2022). De acuerdo a (Perea-Valle et al., 2022) entre las diversas medidas de salud pública tomadas contra la pandemia destaca la vacunación, como una de las intervenciones más efectivas; los docentes desempeñan un papel crucial en la educación superior, por lo que su salud y bienestar son fundamentales para el funcionamiento de las instituciones académicas. Conforme a lo establecido en la Política Nacional de Vacunación contra el virus SARS-CoV-2, en el país las vacunas aplicadas fueron aprobadas por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) para su uso de emergencia.

Hasta el 12 de octubre de 2024, se tenían notificados por parte de los servicios de salud de las entidades federativas un total de 40,228 ESAVI, de los cuales el 96.80% fueron No Graves y el 3.19% Graves (Secretaría de Salud, 2024). La farmacovigilancia observa los efectos benéficos y nocivos que produce un medicamento o vacuna, debido a que en los ensayos clínicos el número de pacientes que participan es menor a las personas que los utilizarán en general (Giráldez Marín, 2021). En esta investigación se pretende evaluar de manera cuantitativa los determinantes asociados a los ESAVI por vacunación COVID-19 que experimentaron los docentes y proporcionar información para la propuesta de políticas públicas, mejorar las prácticas de vacunación y su impacto en la salud pública, así como perfeccionar la atención durante la vacunación. El objetivo fue el de analizar la asociación entre variables independientes con la presencia de ESAVI reportados por docentes del ACS campus UAZ SXXI, tras su vacunación contra COVID-19.

METODOLOGIA

El estudio es de tipo corte transversal, cuantitativo, analítico, observacional y no experimental. Donde la población objetivo fueron los docentes universitarios que imparten clases a nivel licenciatura y/o posgrados del ACS campus de la UAZ SXXI ubicado en Zacatecas, México. El universo total fue de 625 docentes adscritos a la institución, conformado por la UAE, UACQ y UAMH y CS. Se realizó un muestreo aleatorio con el cálculo del tamaño de la muestra para la estimación de proporciones, a partir de una población finita y se incluyeron 129 docentes. El trabajo de campo fue realizado entre el 12 de agosto y el 6 de septiembre de 2024. Se utilizó un instrumento de elaboración propia para la recopilación de datos. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación UAO-UAZ CONBIOETICA-32-CEI-001-20220131 y por parte de la instancia revisora se le asignó el folio CEI-UAO/UAZ0006-R/2025. Los datos obtenidos fueron procesados en el programa informático estadístico IBM-SPSS para Windows versión 25. Al tratarse de un estudio transversal con hipótesis, se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo e inferencial. Se observó la relación entre la variable dependiente y las independientes. A través de la prueba Chi-cuadrada de Pearson, se evaluó la hipótesis y se consideró una asociación estadísticamente significativa un p-valor < 0.05.

RESULTADOS

El trabajo de campo de la investigación fue realizado invitando a participar de forma inicial y voluntaria a 155 docentes universitarios del ACS, Campus UAZ Siglo XXI, de los cuales 26 no hicieron entrega del formulario de este estudio y se obtuvo la colaboración total de 129 (20.64% del universo) profesores que respondieron el instrumento en el que se recabó información de las variables. Los resultados obtenidos en los determinantes sociodemográficos se muestran que la mayoría de los docentes que participaron en este estudio fueron mujeres, con un 67.4%, que demostró su interés y voluntad. El grupo de edad más representado fue de 36 a 65 años (79.8%).
Respecto a lo laboral, en cuanto al nivel educativo, respondieron en el instrumento que tenían estudios superiores en licenciatura (14.0%), maestría (37.2%) y doctorado (41.9%); la participación voluntaria por parte de la UAE fue del 41.1%, UACQ 38.0% y UAMH y CS 20.9%.

De otro modo se muestra la información sobre las conductas de riesgo, lo relacionado con los hábitos y/o comportamientos, y que la mayoría de los docentes universitarios señaló que realiza una actividad física (76.7%); por otro lado, el 6.2% respondió que realiza una segunda actividad, esto evidencia la actividad física intensa en algunos de los profesores que participaron. También se observó que el 62.8% no consume alimentos saludables, lo que no favorece su salud general. Sin embargo, hay áreas que son preocupantes, dentro de los estilos de vida, ya que solo un 37.2% consume alimentos saludables. Por otra parte, en lo que corresponde a lo clínico, los datos como el sobrepeso, que destacó con un 59.7%, seguido de hipertensión (17.1%), y por último el 26.4% respondió padecer de alergias a medicamentos.

En la primera dosis, 90.7% de los vacunados los presentó, mientras que en la segunda dosis bajó a 20.5% y sucesivamente en la tercera dosis 13.8%, en la cuarta dosis 11.8%. Esta reducción progresiva podría estar relacionada con una mayor tolerancia inmunológica conforme la repetición de las dosis, la selección de vacunas, percepción de efectos, e incluso, el decremento de las reacciones adversas corresponde a lo hallado, la negativa de los docentes a vacunarse. También se presentan las principales reacciones adversas reportadas tras la vacunación con diferentes biológicos. La mayoría de los participantes indicó haber experimentado síntomas. Un considerable 75.2% (97 personas) refirió dolor en el lugar de la inyección, lo cual representó la reacción más frecuente. Le siguieron el dolor muscular, reportado por 62.8% (81 personas) y la fatiga, mencionada por 62.0% (80 personas). Además, 51.2% (66 personas) experimentaron dolor de cabeza, 44.2% (57 personas) fiebre, 43.4% (56 personas) escalofríos y 41.9% (54 personas) dolor articular. También se destacaron la debilidad y fatiga (37.2%) y la somnolencia (31.0%). En última instancia, estos resultados resaltan la necesidad de intervenciones integrales que no solo cubran la vacunación, sino también los factores de riesgo modificables con mayor impacto, con el fin de maximizar la salud ocupacional de los docentes universitarios, reconociendo las limitaciones de la generalización y promoviendo una vigilancia crítica de la formulación de políticas públicas en salud.

DISCUSIÓN

Los ESAVI varían, clasificándose como Graves y No Graves. Generalmente, los medicamentos y vacunas pueden producir reacciones adversas o ESAVI en algunas personas y en otras no. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo analizar los determinantes asociados a los ESAVI en docentes del ACS del campus UAZ SXXI. Los resultados sociodemográficos son congruentes con otros estudios donde la mayoría de los participantes fueron mujeres, dato similar al reportado por Luque y Bejarano (2021), encontraron un (82%) de participación femenina. Asimismo, Muñoz Sanchez et al. (2022), reportaron una proporción de mujeres (52.1%). Del mismo modo Galeano et al., (2023) analizó una población con el 69% del sexo femenino, por otro lado, muy de cerca Alcorta-Nuñez et al., (2023) en su estudio analizaron una población donde el 68% fueron mujeres, los valores son muy aproximados a los resultados en esta investigación que fue 67.4% por parte del sexo femenino y 32.6% masculino. En cuanto a la edad, predominó el grupo de 36 a 65 años, consistente con el estudio de Castelo-Rivas et al., (2022), en el cual este grupo representó el (60.87%), con el (79.8%) obtenido en esta investigación.

Respecto a los antecedentes clínicos: según su relación con las comorbilidades, estas cifras son comparables con estudios previos como los de Romero-Ibarguengoitia et al. (2022), quienes reportaron obesidad (41.2%), hipertensión (17.6%) Guzmán-López et al. (2022), quienes identificaron obesidad (15.3%) e hipertensión (10.7%), en el estudio realizado por Saeteros Hernández et al., (2022) encontraron en sus resultados de los participantes padecían enfermedades crónicas 54.0% y/o obesidad 32.2% que fueron los grupos de riesgo más representados en el estudio y Alcorta-Nuñez et al., (2023) encontraron el 34% con obesidad, y 9% con hipertensión. En el análisis de las respuestas de los participantes se identificó una alta prevalencia de sobrepeso (59.7%) e hipertensión arterial (17.1%). Enfermedades autoinmunes (14.0%) en porcentajes menores. En los resultados si se presentaron ESAVI después de la vacunación Báez et al., (2023) encontraron que el 60.5% presento. Por otro lado, en sus resultados Macías, (2023) un 87.4% si presentan síntomas, después el hallazgo de Castro Aragón, C. A., (2022), quien documentó una frecuencia del (90.4%)

tras la primera dosis. En esta investigación el (90.7%) de los participantes reportó haber presentado alguno en primera inoculación.

Los hallazgos de estudios como los de Becker et al., (2021), Canales-Ecca, (2022), Castro Aragón, (2022), Castelo-Rivas et al., (2022), Alcorta-Nuñez et al., (2023), Báez et al., (2023) y Macías, (2023) donde se describen cefalea, mialgia, fiebre y fatiga como, entre otros. Son similares a los identificadas en este estudio donde fueron: Dolor en el lugar de la inyección (75.2%), Dolor muscular (62.8%), Fatiga (62.0%), Dolor de cabeza (51.2%), Fiebre (44.2%), Escalofríos (43.4%), Dolor articular (41.9%), Somnolencia (31.0%), Debilidad general y fatiga (37.2%), entre otras con menores porcentajes. Desde la perspectiva teórica, el Modelo Biopsicosocial de Engel, (1977); este permitió integrar una interpretación de los resultados, al considerar que los ESAVI no son solo producto de mecanismos biológicos.

CONCLUSIONES

En esta investigación el abordaje presentó algunas limitaciones, entre ellas el sesgo de memoria en el reporte de síntomas y posibles sesgos de información en la percepción de las reacciones adversas, en cuanto a las características sociodemográficas de la población que reporto un mayor porcentaje de participación fue por parte del sexo femenino. La incidencia de ESAVI fue elevada, en la primera dosis (90.7%), pero disminuyó de forma progresiva en las dosis de refuerzo, los manifestados fueron No Graves. Se partió de la hipótesis de que existía asociación significativa entre los determinantes asociados como el sexo biológico femenino, la actividad física y la presencia de comorbilidades, con la ocurrencia de ESAVI. Es así que, a partir de los resultados, la hipótesis planteada en este estudio se acepta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcorta-Nuñez, F., Pérez-Ibave, D. C., Burciaga-Flores, C. H., Garza, M. Á., González-Escamilla, M., Rodríguez-Niño, P., ... & Garza-Rodríguez, M. L. (2023). SARS-CoV-2 neutralizing antibodies in Mexican population: A five vaccine comparison. Diagnostics, 13 (6), Article 1194. https://doi.org/10.3390/diagnostics13061194
2. Amodio, E., Vitale, F., Cimino, L., Casuccio, A., & Tramuto, F. (2020). Outbreak of Novel Coronavirus (SARS-CoV-2): First Evidences From International Scientific Literature and Pending Questions. Healthcare, 8(1), 51. https://doi.org/10.3390/healthcare8010051
3. Barsky, AJ, Saintfort, R., Rogers, MP, y Borus, JF (2002). Efectos secundarios inespecíficos de medicamentos y el fenómeno nocebo. Jama , 287 (5), 622-627. https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/194619
4. Becker, M. S., Balbuena, C., & Samudio, M. (2021). Reacciones adversas post vacunación, y eventual infección por Covid-19 en odontólogos. Revista científica ciencias de la salud , 3(2), 85–94. https://doi.org/10.53732/rccsalud/03.02.2021.85
5. Canales-Ecca, N. G. (2022). Factores asociados y eventos supuestamente atribuidos a la vacunación o inmunización contra el COVID-19 en Tumbes, 2021 [Tesis de licenciatura]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/77940/Ecca_CGN-SD.pdf?sequence=1
6. Castelo-Rivas, W. P., Ruiz-Ortega, J. C., & Valencia-Pallaroso, M. L. (2022). Manifestaciones clínicas post vacunación con AstraZeneca en docentes de la Unidad Educativa Emilio LorenzoStehle. Revista Archivo Médico de Camagüey , 26. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-02552022000100031&lng=es&nrm=iso&tlng=es
7. Castro-Aragón, C. A. (2022). Reacciones adversas post vacuna covid-19 en la población de Andrade Marín, Imbabura, 2022 [Tesis de pregrado]. Repositorio Institucional UTN. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12825

8. Chaparro Mérida, N. A., Moreno Samper, D., y Lacato, A. O. F. (2022). Seguridad de las vacunas contra la COVID-19. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 38, 634–642. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.384.9308
9. Díaz-Castrillón, F. J., & Toro-Montoya, A. I. (2022). Del ARN mensajero a los vectores virales y las proteínas recombinantes: la evolución de las vacunas contra COVID-19. Medicina & Laboratorio, 26(4), 319-322. . https://doi.org/10.36384/01232576.596
10. Engel, GL (1977). La necesidad de un nuevo modelo médico: un reto para la biomedicina. Science , 196 (4286), 129-136. https://doi.org/10.1126/science.847460
11. Fuertes-Bucheli, J. F., Madrid-Bonilla, J. U., Rivas Mina, A. M., Ruano-Bolaños, M. F., Ordóñez-Londoño, E., Chalparpue-Torres, J. J., Arias-Silva, S., Ríos-Pineda, D. A., Bermúdez-Nessim, A. M., & Ferro, B. E. (2022). Eventos adversos posteriores a la vacunación contra la covid-19: Un estudio de corte transversal . Repositorio Institucional de la Universidad Wiener. https://doi.org/10.37768/unw.rinv.11.02.a0007
12. Giráldez Marín, G. (2021). Farmacovigilancia de las inmunizaciones masivas durante la COVID-19. https://idus.us.es/server/api/core/bitstreams/fabde909-e58d-4195-bc65-dcf9827c6030/content
13. Guzmán-López, S., Darwich-Salazar, A., Bocanegra-Ibarias, P., Salas-Treviño, D., Flores-Treviño, S., Pérez-Alba, E., Nuzzolo-Shihadeh, L. M., Pérez-Rodríguez, E., & Camacho-Ortiz, A. (2022). Clinical and immunologic efficacy of the recombinant adenovirus type-5-vectored (CanSino Bio) vaccine in university professors during the covid-19 delta wave . Vaccines , 10(5), 656. https://doi.org/10.3390/vaccines10050656
14. Luque, Y. D. C., & Bejarano, L. X. M. (2021). Efectos secundarios y medidas preventivas posvacunación contra la covid-19 en el programa de enfermería de una universidad en Bogotá DC . Repositorio Institucional UDCAPROYECTO. https://repository.udca.edu.co/bitstreams/be6aaae1-e55b-44e5-b41e-ce124f12b2ef/download
15. Macías, M. G. G. (2023). Efectos adversos: Vacuna AstraZeneca en jóvenes de 18 a 29 años en Juchipila, Zac. Enfermería, Innovación y Ciencia, 5 (1), Article 1. https://doi.org/10.60568/eic.v4i1.1556
16. Muñoz Sanchez, B. M., & Trevejo Rodriguez, K. C. (2022). Eventos supuestamente atribuibles a la vacunación o inmunización (ESAVI) y características de las vacunas contra el covid-19 en adultos del distrito de San Isidro 2022. Repositorio Institucional UPNW. https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6950
17. Perea-Valle, P., Delgado-Aguirre, C. J., Villafuerte-Domínguez, B. G., & Río-Navarro, B. E. D. (2022). Anafilaxia causada por vacunas. Revista Alergia México, 69, 1-14. https://doi.org/10.29262/ram.v69isupl1.989
18. Poland, G. A., Ovsyannikova, I. G., & Kennedy, R. B. (2018). Personalized vaccinology: a review. Vaccine, 36(36), 5350-5357. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.07.062
19. Rodríguez, E. G. E., Robles, L. I. M., Domínguez, C. C., Aguilasocho, A. I. C., & Olán, C. B. (2022). Vaccination and pharmacovigilance in Mexico: Elements for a better understanding of COVID-19. Archivos en Medicina Familiar, 24 (1), 1–3. https://www.medigraphic.com/pdfs/medfam/amf-2022/amf221a.pdf
20. Romero-Ibarguengoitia, M. E., Rivera-Salinas, D., Hernández-Ruíz, Y. G., Armendariz-Vázquez, A. G., González-Cantú, A., Barco-Flores, I. A., ... & Sanz-Sánchez, M. Á. (2022). Effect of heterologous vaccination regimen with Ad5-nCoV CanSinoBio and BNT162b2 Pfizer in SARS-CoV-2 IgG antibodies titers. Vaccines, 10 (3), Article 392. https://doi.org/10.3390/vaccines10030392
21. Rothman, K. J. (1976). Causes. American journal of epidemiology, 104(6), 587-592. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112335
22. Samudio, M., Rojas, F., Cabello, A., Ocampos, S., & Galeano, R. (2023). Seroprevalencia de SARS-CoV-2 en escolares y docentes en Paraguay. Revista Chilena de Infectología, 39 (6). https://mail.revinf.cl/index.php/revinf/article/view/1382
23. Secretaría de Salud. (2024). Reporte ESAVI COVID-19, septiembre 2024 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/952655/REPORTEESAVIDVEETSEPTIEMBRE2024.pdf

24. Wang, C., Horby, P. W., Hayden, F. G., & Gao, G. F. (2020). A novel coronavirus outbreak of global health concern. The Lancet, 395 (10223), 470–473. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30185-9
25. Wang, W., Tang, J. y Wei, F. (2020). Comprensión actualizada del brote del nuevo coronavirus de 2019 (2019-nCoV) en Wuhan, China. Revista de virología médica , 92 (4), 441-447. https://doi.org/10.1002/jmv.25689
26. Wilasang, C., Jitsuk, N. C., Sararat, C., & Modchang, C. (2022). Reconstruction of the transmission dynamics of the first COVID-19 epidemic wave in Thailand. Scientific Reports, 12, 2002. https://doi.org/10.1038/s41598-022-06008

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE TRIGLICÉRIDOS-GLUCOSA Y EL ÍNDICE HOMA COMO MARCADORES DE RESISTENCIA A LA INSULINA EN POBLACIÓN ADOLESCENTE

Mariana Lizeth Carrillo Hernández[1], Teresa Arcelia García Cobián[1], Cynthia Areli Temblador Dominguez[1], Africa Samantha Reynoso Roa[1], Roberto Carlos Rosales Gómez[2], Karla del Rosario Contreras Flores[3] y Susan Andrea Gutiérrez Rubio[1]

[1]Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias de la Salud, [2]Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara, [3]Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.
mariana.carrillo5275@alumnos.udg.mx

RESUMEN

La resistencia a la insulina es un problema de salud pública caracterizado por una respuesta disminuida de los tejidos periféricos, principalmente el músculo, hígado y tejido adiposo a la acción de esta hormona, lo que favorece alteraciones en el metabolismo de la glucosa y puede culminar en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 (DM2), enfermedad crónica asociada a múltiples complicaciones sistémicas. Esta condición representa un proceso progresivo que, de no identificarse oportunamente, incrementa el riesgo de trastornos cardiovasculares, dislipidemias y otras alteraciones metabólicas.

En México, esta situación se presenta de manera continua y con creciente frecuencia en población pediátrica y adolescente, lo que ha condicionado un aumento en el diagnóstico de DM2 en edades más tempranas. Por ello, resulta fundamental detectar la alteración metabólica previa, es decir, la resistencia a la insulina, considerando que se trata de un trastorno potencialmente reversible si se interviene oportunamente mediante modificaciones en el estilo de vida y tratamiento adecuado.

Existen diversos métodos para evaluar la resistencia a la insulina. Entre ellos destaca el índice HOMA-IR, un modelo matemático que estima esta condición a partir de los niveles basales de glucosa e insulina en ayuno. Sin embargo, su principal limitación radica en el costo, ya que la cuantificación de insulina requiere técnicas como ELISA, lo que incrementa el gasto y limita su aplicación en contextos con recursos restringidos. Como alternativa, el Índice Triglicéridos-Glucosa (ITG) ha sido propuesto como un método sencillo, económico y práctico, basado en la medición de glucosa y triglicéridos en ayuno.

Diversos estudios han demostrado su utilidad para estimar resistencia a la insulina y riesgo cardio metabólico en población adulta; no obstante, la evidencia en población adolescente aún es limitada, lo que justifica la realización de investigaciones adicionales en este grupo etario. El estudio realizado fue de tipo observacional analítico, con diseño de casos y controles y corte transversal. La muestra estuvo conformada por 42 adolescentes de Guadalajara, Jalisco, con edades entre 11 y 18 años y una media de 15.31 años; participaron 17 hombres y 25 mujeres. Se incluyeron adolescentes de 10 a 18 años con consentimiento informado y se excluyeron muestras inadecuadas para análisis. A cada participante se le obtuvo una muestra sanguínea por venopunción.

La glucosa y los triglicéridos se determinaron mediante métodos bioquímicos automatizados, mientras que la insulina se cuantificó por técnica ELISA. Con estos valores se calcularon el HOMA-IR y el ITG. El análisis mediante curva ROC mostró que el ITG presentó un área bajo la curva (AUC) de 0.64 (IC 95%: 0.49–0.78; p = 0.136), lo que indica una capacidad discriminativa baja a moderada y sin significancia estadística. El punto de corte óptimo fue 4.305, con sensibilidad del 75% y especificidad del 54%, evidenciando adecuada identificación de casos, pero baja capacidad para descartar sujetos sanos. En conjunto, el ITG muestra utilidad limitada como herramienta diagnóstica independiente, considerándose principalmente como prueba de tamizaje.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es de los principales factores de riesgo para el desarrollo de Resistencia a la Insulina (RI), en población escolar y adolescente. De acuerdo con los resultados del Instituto Nacional de Salud Pública (2025)[1], muestra una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad, en la población infantil y adolescente mexicana. En los escolares de 5 a 11 años, el 17.3% presenta sobrepeso y el 23.8% obesidad, alcanzando una prevalencia combinada de 41.0%. En los adolescentes de 12 a 19 años, el sobrepeso afecta al 18.5% y la obesidad al 15.4%, con una prevalencia conjunta de 33.9%. Estos resultados evidencian el problema de salud pública desde edades tempranas y destacan la necesidad de un diagnóstico oportuno, para la prevención de otras enfermedades que se desarrollan a partir de la obesidad.

La RI que se caracteriza por una respuesta disminuida de los tejidos periféricos, principalmente el músculo, el hígado y el tejido adiposo, a la acción de esta hormona, lo que favorece alteraciones en el metabolismo de la glucosa y puede culminar en el desarrollo de Diabetes tipo 2 (DT2), una enfermedad crónica asociada a múltiples complicaciones sistémicas. Esta condición representa un proceso progresivo que, de no identificarse oportunamente, incrementa el riesgo de trastornos cardiovasculares, dislipidemias y otras alteraciones metabólicas.

En estudios recientes, se ha evaluado que la prevalencia de RI, estimada mediante el índice Triglicéridos Glucosa (ITG) (>4.68), fue de 14.0% en la población total estudiada (72 de 516 escolares). Al estratificar por sexo, se observó una prevalencia de 11.7% en las niñas y de 17.9% en los niños. La diferencia entre ambos grupos fue estadísticamente significativa (p = 0.049), indicando una mayor frecuencia de resistencia a la insulina en el sexo masculino (Ortega-Pacheco et al., 2025)[2].

TEORÍA

Para la evaluación de RI, existen varios métodos de medición que permiten el diagnóstico de este padecimiento, dentro de estos métodos se encuentran el Clamp hiperinsulinémico y clamp hiperglucémico, siendo estos el estándar de oro para el diagnóstico de RI. La desventaja de este método se encuentra en la complejidad del mismo y lo invasiva que llega a ser para el paciente; por lo contrario, es la mejor prueba que existe para medir la sensibilidad a la insulina en los tejidos hepáticos y musculares, así como la respuesta de la célula β a la glucosa.

A su vez, existen índices de sensibilidad a la insulina basados en el ayuno, siendo este el índice HOMA (Homeostasis Model Assessment), a pesar de no ser el estándar de oro para el diagnóstico de RI, este método es el más utilizado para el diagnóstico de RI en población escolar y adolescente, esto debido a la alta sensibilidad y especificidad de la prueba. El HOMA-IR, se evalúa a partir de la interacción entre la función celular β y la sensibilidad a la insulina en un modelo matemático donde se utilizan las concentraciones de glucosa e insulina en ayuno. Siendo la fórmula utilizada la siguiente:

$$\text{HOMA-IR} = \frac{[\boldsymbol{insulina\ plasmática\ en\ ayuno}\ (\mu \boldsymbol{U/\ ml}) \times \boldsymbol{glucosa\ plasmática\ en\ ayuno}\ (\boldsymbol{mmol/L})]}{\mathbf{22.5}}$$

La desventaja de HOMA-IR, es el costo y el tiempo que toma poder conocer los resultados de las pruebas, esto debido a que, para hacer la medición de la insulina plasmática, se requiere del método de ELISA, para la medición de la misma.

El índice Triglicéridos Glucosa, se describió por primera vez por Simental y colaboradores, en 2008, donde se proponía un índice que midiera la relación que tiene el aumento de triglicéridos y aumento de la glucosa, en la RI. Esto se respalda con conocimientos previos dónde, se describe que la RI puede ser desencadenada por alteraciones en la oxidación y disposición de ácidos grasos, dado que, el aumento de ácidos grasos libres que viajan desde el tejido adiposo hacia tejidos no adiposos, produce alteraciones metabólicas características de la RI. Lo que explicaría que el contenido de

triglicéridos hepáticos es un importante determinante de la RI hepática, mientras que los triglicéridos intramiocelulares son determinantes de la RI en el músculo.

La fórmula que describe Simental-Mendía et al. (2008)[3], es un índice expresado por una escala logarítmica, se describe como:

$$\text{ITG} = \frac{In\left(Triglicéridos\ en \frac{mg}{dL} \times Glucosa\ en \frac{mg}{dL}\right)}{2}$$

El punto de corte que se encontró en el estudio (Simental-Mendía et al., 2008), para el diagnóstico de RI correspondió a un valor de 4.65, en adultos; en el cual se presentó una sensibilidad de 84% y una especificidad de 45%. Lo que dio como resultado que la probabilidad de enfermedad ante un resultado positivo con el ITG diera un resultado positivo fue de 60.5%.

Actualmente, no existe un punto de corte para adultos que cuente con una especificidad más alta, que la descrita por Simental-Mendía, de modo que, utilizar el mismo punto de corte en escolares y adolescentes daría resultados fiables, por lo que la búsqueda de un punto de corte adecuado para estas etapas de vida es importante.

Con este índice, se busca que sea un método alternativo, sencillo y económico para la detección de resistencia a la insulina en población escolar y adolescente, siendo un comparativo con el HOMA-IR.

PARTE EXPERIMENTAL

El estudio realizado fue de tipo observacional analítico, con diseño de casos y controles y corte transversal. La muestra estuvo conformada por 42 adolescentes de Guadalajara, Jalisco, con edades entre 11 y 18 años, con una media de edad de 15.31 años; participaron 17 hombres y 25 mujeres. Se incluyeron adolescentes de 10 a 18 años que contaron con consentimiento informado firmado por ellos y sus tutores legales. Se excluyeron las muestras inadecuadas para el análisis, así como participantes con enfermedades crónicas, consumo de medicamentos para patologías crónicas o embarazo.

Los participantes fueron clasificados como casos o controles de acuerdo con criterios clínicos y bioquímicos previamente establecidos. Se tomaron 36 personas para que fueran los casos, que se definieron por presentar un índice HOMA-IR mayor a 2.7. Por su parte, los controles presentaron un HOMA-IR menor a 2.7, y fueron seleccionados solamente 6 personas.

A cada participante se le realizó una entrevista para la obtención de antecedentes familiares de primer grado de enfermedades crónico-degenerativas. Asimismo, se efectuaron mediciones antropométricas que incluyeron peso, talla, circunferencia de cintura y circunferencia de cadera. Mediante una báscula de bioimpedancia se determinaron el porcentaje de grasa corporal total, grasa visceral, masa muscular total y edad metabólica. Además, se registró la tensión arterial de cada participante.

Posteriormente, se obtuvo una muestra de sangre periférica por venopunción. Se recolectaron dos tubos de suero con gel separador para las determinaciones bioquímicas y un tubo con EDTA para la obtención de plasma destinado a la cuantificación de insulina. Tras la toma de muestra, los tubos fueron centrifugados para la separación de suero y plasma; posteriormente, ambas fracciones fueron almacenadas a −80 °C hasta su procesamiento.

Las concentraciones séricas de glucosa y triglicéridos fueron determinadas mediante métodos bioquímicos automatizados. La cuantificación de insulina se realizó mediante la técnica de inmunoensayo ELISA tipo sándwich de la marca DRG/IN02200, la lectura se realizó en el equipo MultiScan SKY HIGH de la marca ThermoScientific. Con los valores obtenidos se calcularon el índice HOMA-IR y el índice triglicéridos-glucosa (ITG) para la evaluación de la resistencia a la insulina.

RESULTADOS

El análisis mediante la curva ROC (Fig 1.) mostró que el ITG presentó un área bajo la curva (AUC) de 0.64 (IC 95%: 0.49–0.78; p = 0.136), lo que indica una capacidad discriminativa baja a moderada y sin significancia estadística. El punto de corte óptimo fue 4.305, con sensibilidad del 75% y especificidad del 54%, evidenciando adecuada identificación de casos, pero baja capacidad para descartar sujetos sanos.

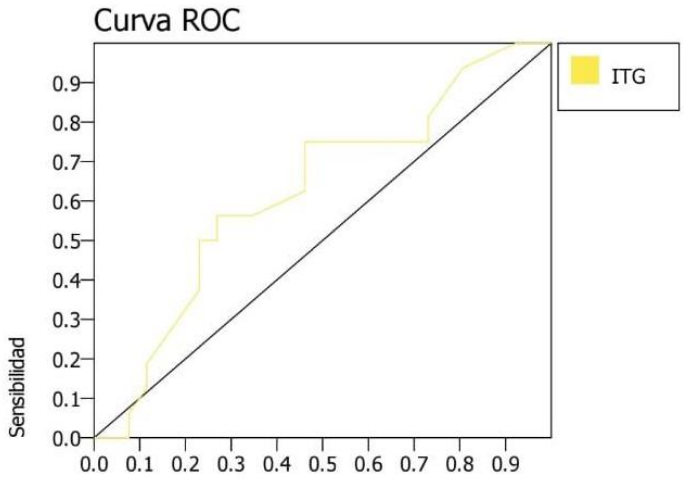


Figura 1. Curva ROC de Índice Triglicéridos Glucosa

Ya con el punto de corte establecido en 4.305 para el índice triglicéridos-glucosa (ITG), se identificaron 24 casos positivos de resistencia a la insulina, de los cuales uno había sido clasificado inicialmente como control. Por otro lado, mediante el índice HOMA-IR se detectaron 18 casos positivos. Al comparar ambos métodos diagnósticos, se observó una positividad compartida en 14 participantes, lo que corresponde al 33% de la población estudiada.

De las 25 mujeres incluidas en el estudio, 16 resultaron positivas mediante el ITG, lo que representa el 64.0% de las participantes femeninas, mientras que 11 fueron positivas según el índice HOMA-IR (44.0%). En cuanto a los hombres, de los 17 participantes, 8 presentaron valores positivos de ITG (47.1%) y 7 fueron positivos mediante HOMA-IR (41.2%).

Al analizar las características antropométricas de los participantes positivos para ITG y/ HOMA-IR, se observaron valores de índice de masa corporal (IMC) de los casos positivos dentro de rangos de sobrepeso y obesidad, observándose varios participantes con IMC superiores a 25 kg/m² e incluso mayores a 30 kg/m². Asimismo, fue usual encontrar circunferencias de cintura elevadas, siendo los valores cercanos o superiores a 90 cm en diversos casos positivos.

La Tabla 1 muestra los valores promedio y la desviación estándar de las variables antropométricas y bioquímicas evaluadas en la población estudiada. El peso promedio de los participantes fue de 64 ± 17.6 kg, mientras que la talla promedio fue de 1.6 ± 0.1 m. El índice de masa corporal (IMC) presentó una media de 24.3 ± 6.6 kg/m², valor que se encuentra cercano al límite superior del rango considerado normal para adolescentes y que refleja la presencia de participantes con sobrepeso u obesidad dentro de la muestra.

Respecto a las variables bioquímicas, la concentración promedio de glucosa fue de 87.1 ± 13.6 mg/dL, valor que se encuentra dentro de los rangos normales de glucemia en ayuno. Asimismo, los triglicéridos presentaron una media de 81.5 ± 39 mg/dL, observándose una amplia dispersión de los

datos, lo que sugiere la coexistencia de participantes con concentraciones normales y elevadas de triglicéridos.

En cuanto a los indicadores de adiposidad central, la circunferencia de cintura mostró un promedio de 78.6 ± 12.7 cm. La variabilidad observada indica diferencias importantes en la distribución de grasa abdominal entre los participantes, siendo este un parámetro de relevancia debido a su asociación con RI, síndrome metabólico y riesgo cardiovascular.

De manera general, los resultados descriptivos muestran una población adolescente con valores promedio de glucosa y triglicéridos dentro de rangos considerados normales; sin embargo, la elevada variabilidad observada en el IMC y la circunferencia de cintura evidencia la presencia de individuos con exceso de peso y adiposidad abdominal, factores estrechamente relacionados con el desarrollo de RI y alteraciones metabólicas tempranas.

Tabla 1. Promedio y desviación estándar de las variables antropométricas y bioquímicas de los participantes

Variable	Promedio	Desviación estándar
Peso (Kg)	64.0	17.6
Talla (M)	1.6	0.1
IMC (kg/m²)	24.3	6.6
Glucosa (mg/dL)	87.1	13.6
Triglicéridos (mg/dL)	81.5	39.0
Circunferencia de cintura (cm)	78.6	12.7

CONCLUSIONES

Estos hallazgos respaldan la utilidad del Índice Triglicéridos Glucosa como herramienta de tamizaje para la detección de resistencia a la insulina en adolescentes y refuerzan la relación previamente descrita entre obesidad, acumulación de grasa abdominal y alteraciones metabólicas tempranas.

En conjunto, el Índice Triglicéridos Glucosa muestra utilidad limitada como herramienta diagnóstica independiente, considerándose principalmente como prueba de tamizaje, por lo que es importante la continua investigación de distintos métodos para la detección de resistencia a la insulina, que nos permitan una detección rápida y asequible.

Se considera que para futuras investigaciones, se tomen en cuenta más participantes para la muestra, tanto para los casos como para los controles, a su vez, la división por grupo etario, daría también mejores resultados para el punto de corte, y este a su vez proporcione mejor especificidad para el índice; esto debido a que se percibió que, la muestra que se tomó en cuenta para esta investigación, era un grupo con un rango de edad muy amplio, en el que se caracterizan las diferentes etapas hormonales y de crecimiento continuo y acelerado, por lo que dividir o hacer puntos de corte dependiendo del grupo etario o por edades en específico garantizaría mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Cuevas-Nasu, L., Gaona-Pineda, E. B., Muñoz-Espinosa, A., Hernández-Palafox, C., & Ávila-Arcos, M. A. (2025). Resultados estatales de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2020-2024. *Salud Pública de México*, *67*, s3-s219. https://doi.org/10.21149/17642

2. Ortega-Pacheco, D., Rosales-Gómez, R. C., García-Cobián, T. A., Rubio-Chávez, L. A., Gutiérrez-Rubio, A. A., Rivera-Ramírez, J. H., & Gutiérrez-Rubio, S. A. (2025). Metabolic Syndrome Prevalence and Its Components in Adolescents from Western Mexico. *Pediatric Reports*, *17*(4), 83. https://doi.org/10.3390/pediatric17040083

3. Simental-Mendía, L. E., Rodríguez-Morán, M., & Guerrero-Romero, F. (2008). The Product of Fasting Glucose and Triglycerides As Surrogate for Identifying Insulin Resistance in Apparently Healthy Subjects. *Metabolic Syndrome And Related Disorders*, *6*(4), 299-304. https://doi.org/10.1089/met.2008.0034

4. Liu, H., Wang, L., Zhu, X., Wang, Y., Zhang, B., Ma, C., Gao, L., & Yu, J. (2025). Can the triglyceride-glucose index identify prediabetes in children and adolescents with obesity? a cross-sectional study. Frontiers in Endocrinology, 16(1657912), 1657912. https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1657912

5. Azucena, M. B., Jorge, M. H., & Mardia, L. A. (s. f.). *Métodos diagnósticos de la resistencia a la insulina en la población pediátrica*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462011000500010

DETECCIÓN DE *Balantidium* EN INDIVIDUOS DE MONO ARAÑA (*Ateles Geoffroyi*) BAJO CUIDADO HUMANO, UNA DESVENTAJA MÁS EN SU CONSERVACIÓN

Ma. Fernanda López-Flores[1*], Diana Arleth Colio-Martínez[2], Aracely López-Monteon[3], Ángel Ramos-Ligonio[3], Francisco García-Orduña[4], Guillermina Jana Hernández-Cruz[5], Ma. de Jesús Rovirosa-Hernández[4]

[1]Doctorado en Ciencias Biomédicas, Universidad Veracruzana, [2]Maestría en Biología Integrativa, Universidad Veracruzana, [3]LADISER Inmunología y Biología Molecular Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, [4]Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, [5]Centro Mexicano de Rehabilitación de Primates A.C.
*marifer.flores94@gmail.com

RESUMEN

Los monos araña (*Ateles geoffroyi*) que han vivido bajo cuidado humano durante un tiempo prolongado, son más susceptibles a infecciones por diversos parásitos. Esto generalmente se debe al estrés generado por el cautiverio, además de las bajas normas de higiene y una inadecuada alimentación, así como la cercanía con el humano y sus actividades. Estas condiciones pueden debilitar su sistema inmunitario, y la posibilidad de presentar una parasitosis. Entre los parásitos con potencial transmisión zoonótica, destaca la presencia de *Balantidium,* protozoo cuyo reservorio es el cerdo*.* El objetivo del presente estudio fue analizar la presencia y prevalencia de *Balantidium* en individuos de mono araña que habitan en una Unidad de Manejo Ambiental (UMA, Doña Hilda Ávila de O´Farrill), que se localiza cerca de actividades antrópicas, como la crianza de ganado vacuno y porcino. Esta se encuentra en la localidad de Pipiapan, del Municipio de Catemaco, Veracruz, México. Se recolectaron 68 muestras fecales de 20 individuos de *A. geoffroyi*. Estas muestras fueron analizadas por los métodos de flotación y sedimentación simple. Los resultados indicaron la presencia de 145 quistes, y 29 trofozoítos de *Balantidium* en 11 de las 68 muestras, lo que representa una prevalencia del 16.17%. Esto sugiere que las perturbaciones en el ecosistema, como es el cambio de uso de suelo, aumentan el potencial contacto entre humanos, animales domésticos que habitan en ecosistemas forestales, donde se encuentran confinados los individuos de mono araña, favoreciendo la transmisión de parásitos entre ellos. Esto no solo pone en riesgo a estos primates que se encuentran catalogados en peligro, sino que también hay un riesgo de una transmisión zoonótica a los cuidadores y personal que asiste a trabajar en el sitio. Esto evidencia la importancia de considerar un enfoque integral de “Una sola Salud”, para incorporar estudios ecoepidemiológicos entre humanos, fauna doméstica y silvestre, y el hábitat que comparten con el fin de integrar programas de salud pública y ambiental.

INTRODUCCIÓN

El parasitismo constituye un fenómeno de gran relevancia en la medicina veterinaria y la salud pública, ya que representa un riesgo zoonótico al facilitar la transmisión de agentes parasitarios hacia el ser humano. En el ámbito de la fauna silvestre, el estudio de los parásitos gastrointestinales es crucial, pues permite comprender mejor las dinámicas ecológicas, la prevalencia de las infecciones y las interacciones entre las especies que comparten un mismo ecosistema (Taylor, Coop & Wall, 2017). Estas poblaciones silvestres son portadoras por naturaleza de una gran variedad de parásitos internos y externos, cuyo equilibrio puede alterarse drásticamente dependiendo de las condiciones ambientales y los factores de manejo a los que se vean expuestas.

Por ejemplo, en los animales bajo cuidado humano, los parásitos gastrointestinales constituyen un problema frecuente debido a las condiciones propias del aislamiento, las cuales incrementan considerablemente el riesgo de transmisión de las formas infectivas y la posibilidad de desarrollar

enfermedades parasitarias (Figueiroa et al., 2001; Cambronero, 2007; Beltrán et al., 2009). Entre los factores asociados al confinamiento que favorecen esta situación se encuentran el hacinamiento, el estrés permanente por habitar en un medio poco óptimo, y el contacto directo o indirecto tanto con los humanos (particularmente los cuidadores), así como con otros animales, ya sean insectos dentro de las jaulas u otras especies cautivas (Beltrán et al., 2009; Kowalewski y Gillespie, 2009).

Una situación análoga ocurre en individuos de vida libre, como resultado de los cambios antropogénicos en los ambientes naturales. El constante incremento de la población humana y el creciente contacto entre personas, animales domésticos y fauna silvestre han aumentado las tasas de infección parasitaria, lo que podría tener un impacto significativo sobre la conservación de poblaciones de especies amenazadas, como lo es el mono araña (*Ateles geoffroyi*). Esta especie es vulnerable al cambio de uso de suelo, que ocasiona la pérdida y fragmentación de selvas, por ende encontrarse catalogada como en peligro de extinción por el PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025, y el libro rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Cortes-Ortíz, et al., 2021).

En el caso específico de estos primates no humanos (PNH), se ha reportado la presencia de helmintos y protozoarios; entre estos destaca *Balantidium* (Solórzano-García & Pérez Ponce de León, 2018). Este protozoario ciliado posee un potencial zoonótico. En este sentido, cuando lo huéspedes se encuentran en entornos de cautiverio o hábitats fragmentados, puede facilitarse la transmisión bidireccional entre primates, humano y animales domésticos. Asimismo, su presencia puede ser un indicador de perturbación ambiental, debido a que, ante situaciones de estrés o desnutrición (Trejo-Macías et al., 2006), el parásito es capaz de invadir la mucosa del colon y desencadenar balantidiasis, una infección que llega a causar ulceraciones o perforaciones intestinales. La ocurrencia de este patógeno está relacionada con deficientes condiciones sanitarias, la cercanía con cerdos domésticos o la contaminación de suelos y fuentes de agua compartidas con heces infectadas (Chalmers et al., 2014).

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la presencia y prevalencia de *Balantidium* en individuos de mono araña que habitan en una Unidad de Manejo Ambiental (UMA, Doña Hilda Ávila de O´Farrill).

TEORÍA

El género *Balantidium* es un parásito protozoario ciliado de gran tamaño que suele infectar a humanos y diversos mamíferos, incluyendo jabalíes, cerdos (su principal reservorio) y primates no humanos. La balantidiasis es una enfermedad cosmopolita que se distribuye principalmente en áreas tropicales, con condiciones sanitarias inadecuadas o insalubres.

Este patógeno coloniza el tracto intestinal del huésped, alojándose principalmente en la luz del intestino grueso (colon y ciego), así como en el apéndice (Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades [CDC], 2019). En el hospedador puede cursar en forma asintomática o bien causar disentería balantidiana, enfermedad que en algunos casos puede llegar a causar la muerte. Se ha reportado su presencia en poblaciones humanas de países en desarrollo, que presentan una carencia nutricional e inmunodeficiencia. Su ciclo de vida es de tipo directo y se transmite por vía fecal-oral mediante el consumo de agua o alimentos contaminados. Este proceso implica dos etapas morfológicas: el trofozoíto, que representa la fase activa y vegetativa, y el quiste, que constituye la fase latente y de resistencia ambiental (McDonald, 1922; Ponce-Gordo & García-Rodríguez, 2021).

Los quistes son la fase infectiva responsable de la transmisión de la balantidiasis, estos pueden sobrevivir durante varias semanas en entornos húmedos. Tras ser ingeridos, la excistación ocurre en el intestino delgado, liberando los trofozoítos que posteriormente migran hacia el colon para multiplicarse por fisión binaria o conjugación (CDC, 2019). Eventualmente, estos trofozoítos se someten a la encistación para producir nuevos quistes maduros que se eliminan con las heces para reiniciar el ciclo. Mientras que los quistes expulsados resisten las condiciones del medio exterior, los

trofozoítos libres en las heces mueren rápidamente; no obstante, dentro del hospedador, algunos trofozoítos logran invadir activamente la pared del colon, multiplicándose y provocando una patología ulcerativa.

En el contexto de los primates no humanos, estos resultan ser huéspedes susceptibles a la infección por *Balantidium coli*, especialmente bajo cuidado humano como en zoológicos o reservas naturales. La transmisión en estos escenarios se asocia estrechamente al contacto directo con heces de cerdos domésticos infectados o a una inadecuada higiene en los recintos (Kouassi et al., 2015). Aunque se ha reportado que el parásito infecta con frecuencia a los PNH, la prevalencia en primates Neotropicales suele ser baja en poblaciones silvestres en comparación con las poblaciones bajo cuidado humano, debido al estrés de encontrarse fuera de su ambiente natural, lo que debilita su sistema inmunitario, haciéndolos más susceptibles a las enfermedades parasitarias (da Silva Barbosa et al., 2015). Por ejemplo, para el género *Ateles* se ha reportado una alta prevalencia (26.7–77.8%) en monos araña norteño (*Ateles hybridus*) mantenidos en condiciones de cautiverio (Rondón et al., 2017).

Para la identificación de este patógeno se emplean técnicas diagnósticas de tipo serológico o coproparasitológico, tales como el examen directo, las técnicas de flotación y las de sedimentación. Entre los métodos coproparasitológicos tradicionales, el de mayor sensibilidad analítica es la técnica de sedimentación (Ponce-Gordo et al., 2011). No obstante, en la actualidad las herramientas moleculares han adquirido gran relevancia en la investigación de este protozoario. Esto se debe a que ofrecen una especificidad y sensibilidad notablemente mayor en comparación con los métodos convencionales, lo que facilita la identificación y caracterización genética del parásito (Noorpisheh et al., 2020).

PARTE EXPERIMENTAL

El estudio se realizó en dos localidades dentro del municipio de Catemaco, Veracruz. El primer sitio corresponde a la Unidad de Manejo Ambiental "Doña Hilda Ávila de O'Farril" (UMA), esta abarca 220 hectáreas que colindan al norte con el ejido Vistahermosa, al sur con terrenos privados, al oeste con terrenos privados y al este con el ejido Amayaga. El segundo sitio ubicado en el ejido de Teotepec sobre la carretera a Sontecomapan. Ambas localidades comparten las coordenadas de referencia (latitud 18°27’20” N, longitud 95°01’53” O) y una altitud promedio de 332 m.s.n.m. De acuerdo con Lorán-Núñez (2013), la región presenta un clima cálido-húmedo con lluvias todo el año, una temperatura media anual de 24.1 a 26 °C y una precipitación pluvial promedio anual de 1 934.3 mm.

La UMA está conformada por 12 jaulas construidas con malla ciclónica, piso de cemento y tienen techo de lámina, las cuales están divididas en dos hileras de seis (del lado derecho y del izquierdo, separadas por un pasillo central); cada jaula mide 3 m de largo x 3 m de ancho y 4 m de alto, en la cual se alojan 15 individuos de monos araña bajo cuidado humano. Por su parte, en el ejido de Teotepec, ubicado cerca del área de potrero, se encontraban dos jaulas con medidas de 5 m de largo y 2 m de ancho aproximadamente, alojando a 5 individuos. El trabajo incluyó un total de 20 individuos de mono araña (*Ateles geoffroyi*) bajo cuidado humano y se realizó durante los meses de agosto a diciembre de 2025.

El estudio se realizó por un método no invasivo; donde se observó a los primates hasta que defecaran, y se colectaron las muestras inmediatamente después, con la ayuda de un abatelenguas limpio. Se tomó únicamente la porción superficial de las muestras fecales, para evitar la contaminación del suelo. Posteriormente se colocaron en tubos cónicos Falcon de 15 mL con formalina al 10% y PB 0.1 M hasta cubrirlas en su totalidad, los cuales se sellaron con papel parafilm. Posteriormente, se etiquetaron con la fecha, sitio e individuo. Finalmente, las muestras se almacenaron en una hielera a temperatura ambiente para su posterior traslado y análisis en el Instituto de Neuroetología. Se obtuvieron un total de 68 muestras.

Las muestras se analizaron por dos técnicas coproparasitoscópicas cualitativas. La primera fue la de sedimentación simple (Lutz, 1919). la cual consistió en homogeneizar 1 *g* de la muestra fecal en un vaso Coprotrainer de 50 mL, añadiendo agua del grifo hasta cubrirla por completo. La mezcla se filtró a un segundo vaso con ayuda de un colador para eliminar los residuos sólidos gruesos y se dejó reposar durante 10 minutos. Posteriormente, el sobrenadante se decantó para conservar únicamente el sedimento. De este, se tomaron tres gotas que se colocaron en forma de manecillas de reloj sobre un portaobjetos; asimismo, se tiñeron con solución de Yodo-Lugol para facilitar la observación de las estructuras parasitarias. Finalmente, las muestras se observaron en un microscopio óptico bajo los objetivos de 4X, 10X y 40X.

El segundo método fue el de flotación sobresaturada (Sheather, 1923), se homogeneizó 1 *g* de la muestra fecal en un vaso Coprotrainer de 50 mL y se añadió una solución sobresaturada de cloruro de sodio (NaCl) hasta cubrirla por completo. La mezcla se filtró a un segundo vaso con ayuda de un colador para eliminar los residuos sólidos gruesos y se dejó reposar durante 10 minutos para permitir la flotación de las estructuras parasitarias. Posteriormente, se tomaron tres gotas directamente de la película superficial; estas se colocaron en forma de las manecillas de reloj sobre un portaobjetos y se tiñeron con solución de Yodo-Lugol para facilitar su identificación. Finalmente, las tinciones se examinaron en un microscopio óptico bajo los objetivos de 4X, 10X y 40X.

La identificación de los parásitos se realizó con base en las características morfológicas observadas en el microscopio óptico. La determinación taxonómica se realizó de acuerdo con la morfología externa, empleando los manuales de "Atlas de parasitología humana" de Ash y Orihel (2007) y "Parasitología Veterinaria" de Taylor et al. (2016).

La recolección de muestras fecales en los PNH se realizó de acuerdo con los Principios para el Tratamiento Ético de los Primates No Humanos de la Sociedad Americana de Primatólogos, el Código de Buenas Prácticas en Primatología de Campo (Riley & Bezanson, 2018) y los requisitos legales establecidos el PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025 de la legislación mexicana. Con el fin de proteger a los ejemplares como medida de control sanitario, una vez finalizado el estudio coproparasitológico, se procedió a la desparasitación de los animales bajo la prescripción y supervisión de un Médico Veterinario Zootecnista.

Se calculó la prevalencia parasitaria dividiendo el número total de muestras positivas entre el número total de muestras analizadas, multiplicado por 100, de acuerdo con lo propuesto por Guyatt **&** Bundy (1993).

RESULTADOS

En el presente estudio se analizó la presencia y prevalencia de *Balantidium* en individuos de *Ateles geoffroyi* que habitan en la UMA Doña Hilda Ávila de O´Farril y en el ejido de Teotepec, observándose la presencia de este parásito tanto en forma de quiste como de trofozoíto (Figura 1). Del total de 68 muestras procesadas, se identificó la presencia del parásito en 11 de ellas, lo que corresponde a una prevalencia del 16.17 %. Su frecuencia absoluta fue de 174 formas parasitarias entre quistes y trofozoítos, las cuales fueron contabilizadas en el conjunto de muestras positivas. Por otro lado, en las muestras de los individuos bajo cuidado humano sólo se observó la presencia de *Balantidium* en dos ocasiones.

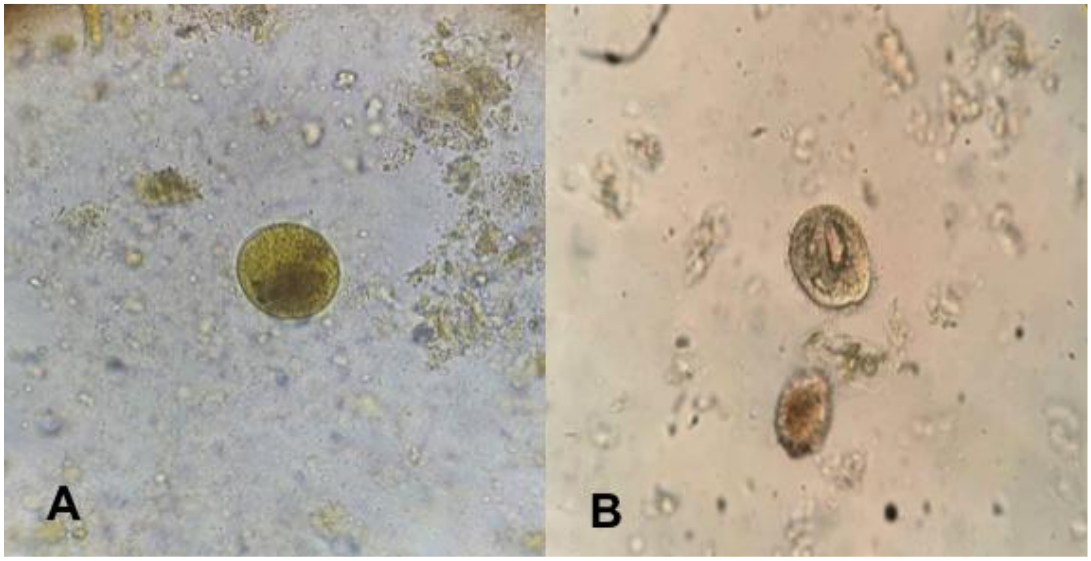


Figura 1. Representación de quiste (A) y trofozoíto (B) de *Balantidium* en muestras fecales de *Ateles geoffroyi*.

Respecto a las formas ontogénicas observadas, los quistes fueron predominantes con la mayoría de las muestras positivas, con un total de 145 estructuras contabilizadas. Mientras que los trofozoítos se identificaron en tres muestras, la frecuencia absoluta fue de 29 formas parasitarias dentro del conjunto de muestras positivas.

CONCLUSIONES

Se confirmó la presencia de *Balantidium* en *Ateles geoffroyi* bajo cuidado humano en la UMA Doña Hilda Ávila de O'Farrill. Se determinó la presencia del parásito tanto en forma de quiste como de trofozoíto. La predominancia del estadio de quiste indica una fase infectante, que sugiere que los primates se infectaron al ingerir algún alimento contaminado o por contacto con el ambiente contaminado por animales domésticos, este escenario indica un alto riesgo de reinfección para ellos mismos o incluso para los cuidadores, al ser un parásito con potencial zoonótico. Por su parte, la forma de trofozoíto indica infecciones en curso.

Tabla 1

Sitio	Técnica	Quiste	Trofozoíto
Ejido	Flotación sobresaturada + Sedimentación	64	0
Ejido	Flotación sobresaturada + Sedimentación	70	0
Ejido	Flotación sobresaturada	3	1
Ejido	Sedimentación	3	0
Ejido	Sedimentación	1	0
Ejido	Sedimentación	1	0
Ejido	Sedimentación	0	2
Ejido	Sedimentación	1	0
Ejido	Flotación sobresaturada + Sedimentación	0	26
UMA	Flotación sobresaturada + Sedimentación	1	0
UMA	Flotación sobresaturada	1	0

La técnica de sedimentación demostró ser el método más consistente y eficaz para la recuperación y diagnóstico de las estructuras de este patógeno, superando la eficiencia de los gradientes utilizados en la flotación sobresaturada.

Las perturbaciones en el ecosistema, como es el cambio de uso de suelo, aumentan el potencial de contacto entre humanos, animales domésticos que habitan en ecosistemas forestales, donde se encuentran confinados los individuos de mono araña, favoreciendo la transmisión de parásitos entre ellos. Esta situación no solo pone en riesgo a estos primates que se encuentran catalogados en peligro, sino que también hay un riesgo de una transmisión zoonótica a los cuidadores que laboran en el sitio.

En este contexto, los estudios coproparasitológicos en primates que viven bajo cuidado humano son de suma importancia para la salud animal, la salud pública y las estrategias de conservación, en consonancia con el concepto de “Una sola Salud”.

BIBLIOGRAFÍA

1. L. R. Ash y T. C. Orihel, *Atlas de parasitología humana*, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 2007.
2. L. Beltrán, P. Beldomenico y J. González, “Estudio coproparasitológico de mamíferos silvestres en cautiverio con destino a relocación en Santa Cruz, Bolivia”, *Rev. Vet. Zootec.*, Vol. 3, No. 1, 2009, pp. 51–60.
3. Cambronero, “Diagnóstico y control de los parásitos gastrointestinales de animales silvestres en cautiverio en Costa Rica”, *Bol. Parasitol. Univ. Nac. Costa Rica*, Vol. 8, No. 3, 2007, p. 3.
4. Centers for Disease Control and Prevention, “Balantidiasis”, *DPDx - Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern*, 2019.
5. R. M. Chalmers, “Balantidium coli”, in *Microbiology of Waterborne Diseases*, 2nd ed., S. L. Percival, M. V. Yates, D. W. Williams, R. M. Chalmers y N. F. Gray, Eds., Academic Press, 2014, pp. 277–286.
6. L. Cortes-Ortíz, D. Solano-Rojas, M. Rosales-Meda, K. Williams-Guillén, P. G. Méndez-Carvajal, L. K. Marsh, D. Canales-Espinosa y R. A. Mittermeier, “Ateles geoffroyi (amended version of 2020 assessment)”, *The IUCN Red List of Threatened Species*, Art. e.T2279A191688782, 2021.
7. A da Silva Barbosa, O. M. P. Bastos, C. M. A. Uchôa, A. Pissinatti, P. R. Ferreira Filho, L. V. Dib y M. R. R. Amendoeira, “Isolation and maintenance of *Balantidium coli* cultured from fecal samples of pigs and non-human primates”, *Vet. Parasitol.*, Vol. 210, No. 3–4, 2015, pp. 240–245.
8. M. Figueiroa, J. Oliveira, C. Brito, O. R. Alves y S. A. Evencio, “Perfil coproparasitológico de mamíferos silvestres en cautiverio en el estado de Pernambuco, Brasil”, *Parasitol. al Día*, Vol. 25, No. 3, 2001, pp. 121–125.
9. Figueroa-Antonio, S. A. Pineda-Rodríguez, F. Godínez-Jaime, D. Vargas-Álvarez y E. Rodríguez-Bataz, “Parásitos gastrointestinales de ganado bovino y caprino en Quechultenango, Guerrero, México”, *Agroproductividad*, Vol. 11, No. 6, 2018, pp. 97–104.
10. H. L. Guyatt y D. A. P. Bundy, “Estimation of intestinal nematode prevalence: influence of parasite mating patterns”, *Parasitology*, Vol. 107, 1993, pp. 99–105.
11. R. Y. Kouassi, S. W. McGraw, P. K. Yao, A. Abou-Bacar, J. Brunet, B. Pesson, B. Bonfoh, E. K. N'goran y E. Candolfi, “Diversity and prevalence of gastrointestinal parasites in seven non-human primates of the Taï National Park, Côte d'Ivoire”, *Parasite*, Vol. 22, 2015, p. 1.
12. M. Kowalewski y T. R. Gillespie, “Ecological and anthropogenic influences on patterns of parasitism in free-ranging primates: A meta-analysis of the genus *Alouatta*”, in *South American Primates*, Springer, New York, NY, 2009, pp. 433–461.
13. R. M. Lorán-Núñez, A. J. Valdez-Guzmán, F. R. Martínez-Isunza y M. T. Gaspar-Dillanes, “Lago de Catemaco, Veracruz”, in *Pesquerías continentales de México*, Instituto Nacional de Pesca, México, 2013, pp. 93–118.

14. Lutz, “O *Schistosomum mansoni e a Schistosomatose* segundo observações feitas no Brazil”, *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Vol. 11, No. 1, 1919, pp. 121–155.
15. J. D. McDonald, “On *Balantidium coli* (Malmsten) and Balantidium suis (sp. nov.), with an account of their neuro-motor apparatus”, *Univ. Calif. Publ. Zool.*, Vol. 20, 1922, pp. 243–300.
16. S. Noorpisheh Ghadimi, M. R. Abedini, B. Sarkari, A. Savardashtaki y F. Mikaeili, “Neobalantidium coli: First molecular identification from the Eurasian wild boar, Sus scrofa in Bushehr Province, Southwestern Iran”, *Vet. Med. Sci.*, Vol. 6, No. 1, 2020, pp. 142–146.
17. F. Ponce-Gordo y J. J. García-Rodríguez, “*Balantioides coli*”, *Res. Vet. Sci.*, Vol. 135, 2021, pp. 424–431.
18. F. Ponce-Gordo, F. Fonseca-Salamanca y R. A. Martínez-Díaz, “Genetic heterogeneity in internal transcribed spacer genes of *Balantidium coli* (Litostomatea, Ciliophora)”, *Protist*, Vol. 162, No. 5, 2011, pp. 774–794.
19. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “Proyecto Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025”, México, 2025, p. 165.
20. E. P. Riley y M. Bezanson, “Ethics of primate fieldwork: Toward an ethically engaged primatology”, *Annu. Rev. Anthropol.*, Vol. 47, No. 1, 2018, pp. 493–512.
21. S. Rondón, M. Ortiz, C. León, N. Galvis, A. Link y C. González, “Seasonality, richness and prevalence of intestinal parasites of three neotropical primates (*Alouatta seniculus*, *Ateles hybridus* and *Cebus versicolor*) in a fragmented forest in Colombia”, *Int. J. Parasitol.: Parasites Wildl.*, Vol. 6, No. 3, 2017, pp. 202–208.
22. L. Sheather, “The detection of intestinal protozoa and mange parasites by a floatation technique”, *J. Comp. Pathol. Ther.*, Vol. 36, 1923, pp. 266–275.
23. B. Solórzano-García y G. P. Pérez Ponce de León, “Parasites of neotropical primates: A review”, *Int. J. Primatol.*, Vol. 39, 2018, pp. 155–182.
24. M. A. Taylor, R. L. Coop y R. L. Wall, *Veterinary Parasitology*, 4th ed., Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2017.
25. G. Trejo-Macías, A. Estrada y C. M. A. Mosqueda, “Survey of helminth parasites in populations of *Alouatta palliata mexicana* and *A. pigra* in continuous and in fragmented habitat in Southern Mexico”, *Int. J. Primatol.*, Vol. 28, 2006, pp. 931–945.

PREVALENCIA DEL CONSUMO DE VAPEADOR Y CIGARRO Y SU ASOCIACIÓN CON ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN DEL GUSTO EN ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Patiño-Ibarra, Carlos Yahir[1]; Orozco-Montes, Francisco Manuel[2]

Universidad Montrer, Campus Morelia
[1]43806@unimontrer.edu.mx, [2]forozco@unimontrer.edu.mx

RESUMEN

El consumo de tabaco y de dispositivos de vapeo (vapeadores) constituye un problema de salud pública creciente, especialmente entre la población joven. Ambos productos contienen nicotina y diversas sustancias químicas que pueden alterar la fisiología de los receptores sensoriales del sistema gustativo y olfatorio. El cigarro convencional, mediante la combustión de más de 400 compuestos tóxicos, reduce el flujo sanguíneo lingual, modifica el epitelio oral y ralentiza la regeneración de las papilas gustativas, ocasionando una disminución significativa en la percepción de sabores dulces, salados, amargos, ácidos y umami. Como consecuencia, los fumadores tienden a preferir alimentos con mayor palatabilidad, lo que incrementa el riesgo de enfermedades no transmisibles como diabetes mellitus, hipertensión arterial y obesidad. Por su parte, los vapeadores, aunque no emplean combustión, contienen propilenglicol, glicerina vegetal, saborizantes y nicotina, sustancias que irritan el epitelio olfatorio y modifican la percepción del olfato con mayor intensidad que la del gusto. A través de una encuesta basada en la Escala Likert (n=62; 15-18 años; nivel medio superior), se evaluaron conocimientos, percepciones y experiencias personales relacionadas con el impacto de estos productos en la función gustativa. Los resultados mostraron que la mayoría de los participantes reconoce el efecto negativo del cigarro y el vape sobre el gusto, aunque persiste incertidumbre respecto a la comparación de su peligrosidad. Se concluye que ambas modalidades de consumo representan un riesgo para la percepción sensorial y la salud nutricional de los estudiantes.

INTRODUCCIÓN

El tabaquismo es uno de los factores de riesgo modificables más estudiados en salud pública. Además de sus efectos sistémicos ampliamente documentados, el consumo de tabaco altera de manera significativa los sistemas sensorial gustativo y olfatorio, disminuyendo la capacidad del individuo para identificar y discriminar sabores y aromas (Da Ré et al., 2018; Kale et al., 2019). En años recientes, la expansión del mercado de los dispositivos electrónicos de vapeo ha representado una nueva modalidad de exposición a la nicotina y a diversas sustancias químicas que, si bien difieren en composición y mecanismo de acción respecto al cigarro convencional, también podrían generar efectos adversos sobre la percepción sensorial (McCormack et al., 2024).

En la población adolescente, la atracción hacia los vapeadores se ve favorecida por factores como su diseño tecnológico, la diversidad de sabores disponibles y la percepción social de menor daño en comparación con el cigarro tradicional. Esto representa un riesgo particular, dado que las alteraciones tempranas en la percepción del gusto pueden modificar los hábitos alimentarios y contribuir al desarrollo de patrones dietéticos poco saludables (Bremer et al., 2024; Campos Vásquez, 2015). El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la prevalencia del consumo de vapeador y cigarro en estudiantes de nivel medio superior, y su posible asociación con alteraciones en la percepción del gusto.

TEORÍA

El consumo de tabaco produce cambios fisiológicos en los sistemas gustativo y olfatorio como resultado de la exposición continua de los receptores sensoriales a compuestos tóxicos presentes en el humo. Estos cambios se expresan como una disminución en la sensibilidad para identificar y discriminar sabores y aromas, afectando la percepción sensorial global de los alimentos (Da Ré et al., 2018; Kale et al., 2019).

Desde un enfoque neurofisiológico, las sustancias presentes en el humo del cigarro generan vasoconstricción en la circulación lingual, reducen el flujo sanguíneo hacia las papilas gustativas y producen cambios en el epitelio oral que enlentecen los procesos de renovación celular. Esta cascada de efectos resulta en una pérdida progresiva y dosisdependiente de la agudeza gustativa (Kale et al., 2019). Adicionalmente, la nicotina ejerce una influencia directa sobre los mecanismos de recompensa cerebral vinculados a la percepción del sabor y el placer alimentario, generando asociaciones conductuales que refuerzan el hábito tabáquico y modifican las preferencias por determinados perfiles sensoriales (Bremer et al., 2024).

La evidencia disponible indica que la suspensión del consumo de tabaco favorece una recuperación progresiva de las funciones gustativas y olfatorias. Como consecuencia, los exfumadores suelen experimentar una mayor percepción de los sabores y un incremento del apetito, lo que en algunos casos contribuye al aumento de peso durante el proceso de cesación tabáquica (Campos Vásquez, 2015; Da Ré et al., 2018).

En relación con los dispositivos electrónicos de vapeo, investigaciones recientes sugieren que sus componentes —entre ellos el propilenglicol, la glicerina vegetal, los saborizantes artificiales y la nicotina— pueden irritar el epitelio olfatorio y modificar la percepción olfativa con mayor intensidad que la gustativa, aunque la evidencia al respecto continúa desarrollándose (McCormack et al., 2024). En conjunto, esta evidencia sustenta la Teoría de la Alteración Sensorial-Gustativa Asociada al Consumo de Tabaco y Nicotina, que postula que tanto el cigarro convencional como los dispositivos de vapeo afectan directamente los sistemas sensoriales, generando cambios en la conducta alimentaria, las preferencias dietéticas y el estado nutricional de los individuos expuestos.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal con estudiantes de nivel medio superior de entre 15 y 18 años de edad. La recolección de datos se llevó a cabo mediante un instrumento de encuesta diseñado y validado para el presente estudio, compuesto por 10 ítems elaborados con base en la Escala Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo). Los ítems exploraron las siguientes dimensiones: conocimiento sobre la percepción del gusto, percepción del riesgo asociado al consumo de vapeador y cigarro, experiencias personales de cambios en la función gustativa, y reconocimiento del impacto de la nicotina en la salud lingual.

La confiabilidad interna del instrumento fue evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach. La muestra estuvo conformada por 62 estudiantes. El análisis estadístico descriptivo se realizó con Microsoft Excel. Las variables cualitativas se expresaron como frecuencias relativas (porcentajes) por categoría de respuesta. Para la representación gráfica de los resultados se empleó una gráfica de barras agrupadas que permite visualizar la distribución de respuestas para cada ítem de la escala.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la distribución porcentual de las respuestas obtenidas para cada ítem del instrumento aplicado a los 62 estudiantes participantes.

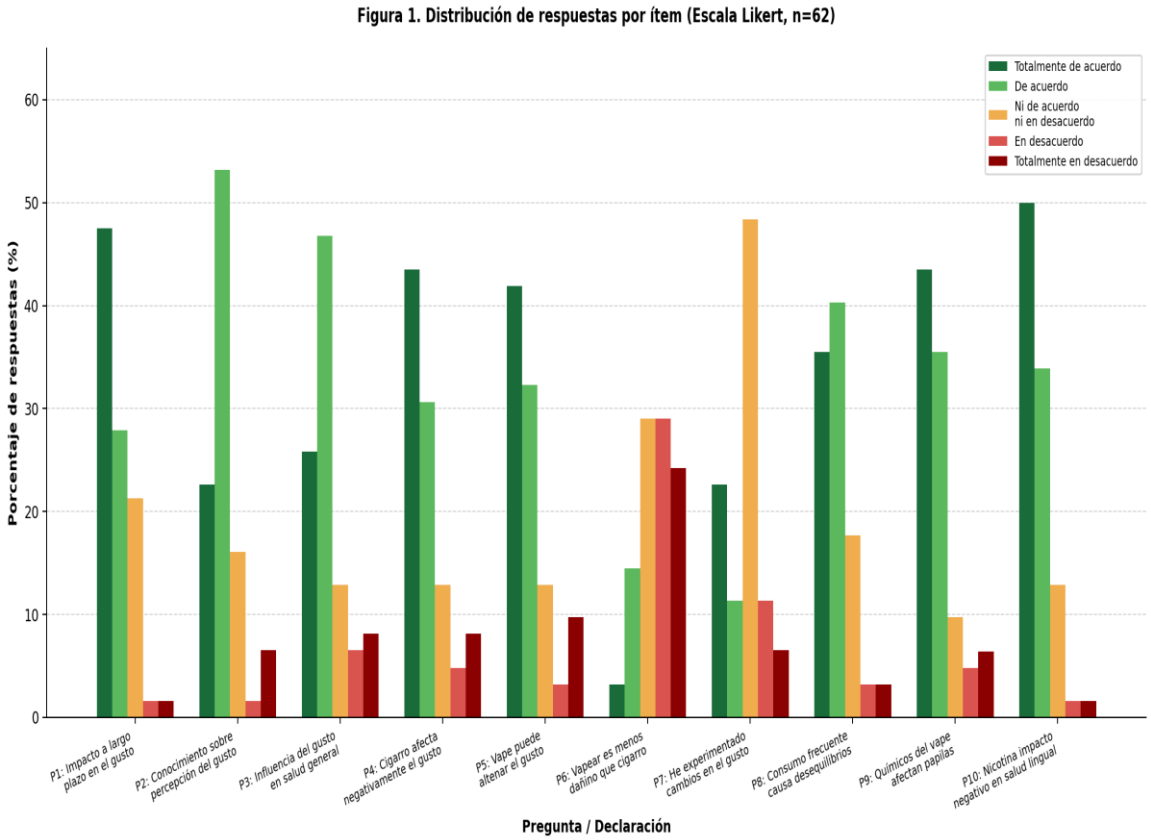


Figura 1. Distribución de respuestas por ítem (Escala Likert, n=62).

En relación con el conocimiento y la percepción de riesgo (P1, P4 y P5), se observó que la mayoría de los participantes reconoce el impacto negativo del consumo de cigarro y vapeador sobre la percepción del gusto. Para el ítem P1 ("Impacto a largo plazo del vape o cigarro en el gusto"), el 75.4% expresó estar de acuerdo o totalmente de acuerdo, lo que refleja una conciencia generalizada sobre los efectos nocivos a largo plazo de estos productos. De manera similar, el 74.1% de los estudiantes estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el cigarro afecta negativamente el gusto (P4), y el 74.2% expresó la misma postura respecto al vapeador (P5), en concordancia con la evidencia científica disponible (Kale et al., 2019; McCormack et al., 2024).

Respecto al conocimiento básico sobre la percepción del gusto (P2), el 75.8% de los participantes demostró tener una comprensión adecuada sobre el tema. Asimismo, el 72.6% reconoció que la percepción del gusto influye en la salud general (P3), dato que cobra relevancia dado que las alteraciones gustativas se han vinculado con modificaciones en los patrones de selección de alimentos y con el incremento del riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (Campos Vásquez, 2015).

Un hallazgo particularmente relevante corresponde al ítem P6 ("Vapear es menos dañino para el gusto que el cigarro tradicional"), donde el 53.2% manifestó estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, mientras que el 29.0% se mostró ni de acuerdo ni en desacuerdo. Este resultado sugiere que, si bien existe cierta conciencia del riesgo asociado al vapeador, persiste incertidumbre significativa respecto a la comparación de su peligrosidad frente al cigarro convencional. Esto es consistente con la literatura reciente, que señala que los efectos del vapeador sobre el sistema olfatorio podrían ser incluso más pronunciados que los del cigarro sobre el sistema gustativo, debido a la presencia de propilenglicol y saborizantes que irritan el epitelio olfatorio (McCormack et al., 2024).

El ítem P7 evaluó la experiencia personal de cambios en el gusto desde el inicio del consumo. Aquí se observó la mayor proporción de respuestas neutrales (48.4%), lo que puede interpretarse como una falta de percepción subjetiva del deterioro gustativo, fenómeno descrito en la literatura como adaptación sensorial progresiva: los consumidores habituales desarrollan tolerancia a los cambios en la percepción, sin reconocerlos conscientemente como alteraciones (Da Ré et al., 2018). Los ítems P8, P9 y P10 mostraron niveles elevados de acuerdo: el 75.8% consideró que el consumo frecuente provoca desequilibrios en el gusto (P8), el 79.0% reconoció que los químicos del vape afectan las papilas gustativas (P9) y el 83.9% estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo en que la nicotina tiene un impacto negativo en la salud lingual (P10). Estos resultados indican una percepción de riesgo relativamente alta entre los participantes, que contrasta con la persistente prevalencia del consumo reportada en estudios similares con población adolescente mexicana.

En términos generales, los datos obtenidos son consistentes con la evidencia que reporta una disminución en la identificación de sabores dulces, salados y amargos en fumadores habituales, asociada a la destrucción progresiva de las papilas gustativas por exposición crónica a los compuestos del humo del tabaco (Kale et al., 2019; Da Ré et al., 2018). Paralelamente, la atracción hacia los vapeadores entre los jóvenes se ve potenciada por la disponibilidad de sabores artificiales que estimulan intensamente los receptores gustativos, lo que puede generar una búsqueda progresiva de estímulos sensoriales más intensos tanto en los productos de vapeo como en la selección de alimentos, incrementando el consumo de productos ultraprocesados y el riesgo metabólico asociado (Bremer et al., 2024).

CONCLUSIONES

El consumo de vapeador y cigarro en estudiantes de nivel medio superior se asocia con alteraciones en la percepción del gusto y el olfato, con implicaciones relevantes para la salud nutricional y el riesgo metabólico a mediano y largo plazo. Los resultados de la encuesta aplicada indican que la mayoría de los participantes reconoce el impacto negativo de ambos productos sobre el sistema gustativo; sin embargo, existe incertidumbre respecto a la comparación de su peligrosidad relativa. Las alteraciones gustativas derivadas del tabaquismo propician la búsqueda de alimentos con mayor palatabilidad —particularmente salados y dulces— incrementando el riesgo de diabetes mellitus, hipertensión arterial, sobrepeso y obesidad. Por su parte, el vapeador afecta con mayor intensidad el sistema olfatorio, aunque sus efectos a largo plazo sobre la salud sensorial y metabólica aún requieren mayor investigación. Se sugiere el desarrollo de intervenciones educativas orientadas a la prevención del consumo de estos productos, con énfasis en sus efectos sobre la percepción sensorial y la conducta alimentaria en adolescentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bremer, M. P., Campbell, A. M., Xia, K., Tarran, R., Girdler, S. S., & Hendershot, C. S. (2024). Effects of nicotine content and preferred flavor on subjective responses to E-cigarettes: A randomized, placebo-controlled laboratory study. Nicotine & Tobacco Research, 26(3), 307–315. https://doi.org/10.1093/ntr/ntad143
2. Campos Vásquez, N. (2015). Alimentación para superar el tabaquismo. Revista Costarricense de Salud Pública, 24(1), 63–66. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292015000100009
3. Da Ré, A. F., Gurgel, L. G., Buffon, G., Moura, W. E. R., Marques Vidor, D. C. G., & Maahs, M. A. P. (2018). Tobacco influence on taste and smell: Systematic review of the literature. International Archives of Otorhinolaryngology, 22(1), 81–87. https://doi.org/10.1055/s-0036-1597921
4. Kale, Y. S., Vibhute, N., Belgaumi, U., Kadashetti, V., Bommanavar, S., & Kamate, W. (2019). Effect of using tobacco on taste perception. Journal of Family Medicine and Primary Care, 8(8), 2699–2702. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_457_19

5. McCormack, J. C., Agbor Epse Muluh, E., Mo, Y., McLeod, S. C., Turner, S., Ghelot, D. S., Browne, H., Bullen, C., & Peng, M. (2024). Does vaping affect the taste and smell perception? An exploratory study with New Zealand young adults. Appetite, 195, 107236. https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107236

CONOCIMIENTO DE INFECCIONES DE TRANSMISIÓN SEXUAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ANTES Y DESPUÉS DE UNA INTERVENSIÓN EDUCATIVA

Guillermina Vences Velázquez, Dafne Joseline Pérez Muedano, Melina Estrella Morales Santos, Jennifer Guadalupe Díaz Sánchez, José Ángel Cahua Pablo, Eugenia Flores Alfaro, Ines Matia García, Amalia Vences-Velázquez.

Universidad Autónoma de Guerrero.
gvences02@yahoo.com.mx.

RESUMEN

Las infecciones de transmisión sexual (ITS) continúan siendo un problema relevante de salud pública, particularmente en población joven universitaria. Las intervenciones educativas representan una estrategia clave para fortalecer el conocimiento, modificar percepciones erróneas y promover conductas preventivas. Se evaluó el efecto de una intervención educativa sobre el conocimiento del aparato reproductor, las ITS, vías de transmisión, sintomatología y factores de riesgo en estudiantes universitarios. Estudio cuasi-experimental realizado en 215 estudiantes universitarios de cuarto año de Facultades ubicadas en Ciudad Universitaria Sur. Se aplicó una encuesta antes (AI) y después (DI) de la intervención educativa. Se analizaron frecuencias y proporciones, y se utilizaron pruebas de chi^2 para comparar diferencias pre y post intervención, considerando significancia estadística $p<0.05$. Se observó incremento en la identificación de la anatomía del aparato reproductor masculino (32.5% a 78.6%). Al estratificar por sexo, AI 41.4% de las mujeres y 21.4% de los hombres conocían la anatomía femenina; DI, el conocimiento aumentó en hombres (38.1%). En la anatomía masculina, 20% de los hombres y 12.6% de las mujeres lo identificaban AI, incrementando a 55.6% en mujeres DI. Respecto al tamizaje para ITS, no hubo diferencias (33% vs. 35.4%); sin embargo, aumentó significativamente la identificación de sitios para recibir información (83.3% vs. 94.9%; $p<0.001$). El VIH y la sífilis fueron las ITS más reconocidas inicialmente. Posteriormente, mejoró el conocimiento sobre VPH (44.6% vs. 62.3%) y clamidia (42.3% vs. 58.1%). En cuanto a vías de transmisión, el sexo vaginal (93.9%) y oral (54.8%) fueron las más reconocidas AI. Se observaron diferencias en el reconocimiento de transmisión perinatal (16.3% vs. 34.9%), transfusional (44.7% vs. 62.3%) y anal (42.3% vs. 58.1%). Sobre sintomatología, inicialmente destacaron verrugas (67.4%) y úlceras genitales (54.9%). DI, aumentó la identificación de secreción del pene (70.7%), flujo vaginal (61.4%) y úlceras genitales (68.8%). En factores de riesgo, las relaciones sexuales sin protección (93.5%) y múltiples parejas sexuales (74.4%) fueron los más reconocidos AI. Posteriormente, incrementó el reconocimiento del inicio precoz de relaciones sexuales (15.8% vs. 49.3%) y el bajo conocimiento sobre ITS (60.5% vs. 81.4%). Además, se corrigieron conceptos erróneos, como considerar el compartir utensilios de aseo personal como vía de transmisión (6.5%). La intervención educativa fue efectiva para mejorar el conocimiento sobre anatomía reproductiva, ITS, vías de transmisión, sintomatología y factores de riesgo en estudiantes universitarios.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la educación sexual como el proceso que integra aspectos cognitivos, físicos y sociales de la sexualidad, por este motivo debe proveer información para comunicar y establecer prácticas sexuales seguras (OMS, 2024). La educación genera impacto en la vida de las personas, la educación sexual carece de visión integral, lo que ha llevado a generar un problema de salud pública. El derecho a la salud debe estar orientado de manera principal, a los grupos de atención prioritaria y vulnerable sin ningún tipo de discriminación (Saavedra-Alvarado et al., 2021). Es esencial el normalizar temas relacionados a la sexualidad, debido a que es parte clave para establecer confianza y acercamiento de los jóvenes, de este modo se asegura que realicen visitas de manera periódica a la salud preventiva, donde ayudan a brindar los servicios de salud y educación integral con el objetivo de obtener información y se encuentren capacitados para tomar

decisiones sobre conductas sexuales saludables, prevención de infecciones de transmisión sexual (ITS) y conocer el tipo de tamizaje que se realiza para una cultura de prevención y practicar sexo seguro (Agwu, 2020). La falta de educación sexual y de información de fuentes confiables en hogares y centros educativos afecta directamente en la salud de los jóvenes, debido a que alrededor del 97% conoce algún tipo de método anticonceptivo, sin embargo, no todos hacen uso de ellos, contribuyendo a la propagación de estas problemáticas como lo han señalado diversos estudios e instituciones (Tamez-Garza et al., 2025).

Las ITS son un desafío en la salud pública, sobre todo en países en desarrollo, sus complicaciones afectan de manera significativa a las mujeres en edad reproductiva, debido a que biológicamente hace más susceptible. El impacto que tienen a nivel global es elevado, junto a las complicaciones sociales, económicas y psicológicas, la mayoría de estas, suelen ser prevenibles y tratadas (Juyani et al., 2024). De no ser tratadas a tiempo puede tener impacto negativo en la capacidad reproductiva de los jóvenes, el modificar las conductas de riesgo, es una tarea difícil, sobre todo en edades tempranas, por lo que se recomienda brindar información sobre salud sexual antes de los 15 años, sin embargo si bien la mayoría de las intervenciones son centrados en estudiantes de secundaria, un estudio realizado por Cegolon et al. (2022) indicó que los estudiantes de primer año de universidad son los que representan un grupo importante dentro de este contexto, debido a que es una etapa en la que buscan ser independientes, deseoso de experimentar nuevas experiencias sexuales por lo que se encuentran en la mayoría de las veces sexualmente activos. Son considerados un grupo vulnerable para contraer las ITS, debido a que el ingreso a la universidad implica cambios en el comportamiento que suele encontrarse influenciada por un número mayor de personas que interfieren en la forma de pensar y actuar, al encontrarse en otra realidad diferente a su entorno cotidiano y relaciones, presentar conductas sexuales de riesgo como el uso discontinuo o incorrecto de preservativos, el tener múltiples parejas sexuales, consumo de alcohol y/o drogas, sumado al inicio de una vida sexual a temprana edad (Deleon de Melo et al., 2022), (Spindola et al., 2020).

En México, las ITS y los embarazos no deseados, representan desafíos urgentes que afectan particularmente a la población joven. La adolescencia es la etapa de transición entre niñez y adultez, durante esta etapa suceden cambios relacionados con aspectos psicológicos, fisiológicos, biológicos y socioculturales. En esta etapa comienzan las primeras manifestaciones sexuales, la edad óptima para iniciar una vida sexual depende tanto de las costumbres, cultura, desarrollo económico, entre otros factores que se tenga en la población. Estos factores están fuera de control de los profesionales, quienes juegan un papel fundamental en la promoción de la salud para la prevención de embarazos no deseados y las ITS, estas infecciones se ubican entre las primeras diez causas de morbilidad entre las edades de 15- 44 años (Lazcano-Ortiz et al., 2020).

Datos de la OMS señalan que, a diario, más de un millón de personas en el mundo, pueden contraer ITS, que, por lo general, pueden curarse. Sin embargo, se calcula que, en el año 2020, hubo alrededor de 374 millones de infecciones nuevas, siendo las más comunes, clamidiasis, gonorrea, sífilis y tricomoniasis (OMS, 2024). La evaluación de la prevalencia e incidencia de las ITS son aspectos fundamentales para la monitorización global sobre este problema, esto con el objetivo de realizar intervenciones, recomendaciones de tratamiento, entre otras (Rodríguez-Granger et al., 2020). Según un estudio realizado por Malca-Herrera & Changlio-Roas en 2021, la población más prevalente de contraer ITS, son los adolescentes y adultos jóvenes, debido a que el inicio de las relaciones sexuales es a edad temprana, repercutiendo de manera negativa en la población por una latente alza de contagios a nivel mundial y nacional.

Las ITS se propagan de una persona a otra por contacto sexual, a través de la sangre, semen, secreciones vaginales u otros líquidos corporales durante el sexo, ya sea, por vía anal, vaginal u oral, son causadas por bacterias, parásitos y virus (National Cancer Institute [NCI], 2023). Representan un problema de salud a nivel mundial, debido a que, si no se tratan, pueden dar lugar a enfermedades neurológicas, infertilidad, embarazo ectópico, muerte prenatal, cáncer, etc. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025).

La alfabetización es una de las principales medidas preventivas para las ITS, debido a que, un alto nivel de alfabetización es asociado con mejor salud, conocimiento de los métodos de barrera para su prevención, reconocimiento de los signos, síntomas y sobre todo la adherencia al tratamiento, estudios han demostrado que las intervenciones de alfabetización en la salud para la prevención de las ITS promueve a la mejora del conocimiento, actitudes y autoeficacia para la gestión de conductas de riesgo (Sul et al., 2023). El objetivo fue evaluar el efecto de una intervención educativa sobre el conocimiento del aparato reproductor, las ITS, vías de transmisión, sintomatología y factores de riesgo en estudiantes universitarios.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio cuasi-experimental, durante los meses de marzo a noviembre del 2025, previa autorización y firma de consentimiento informado en 215 estudiantes universitarios de cuarto año de nivel licenciatura. Se aplicó una encuesta de conocimientos antes (AI) y después (DI) de la intervención educativa, se indagó sobre anatomía y fisiología del aparato reproductor masculino y femenino, cáncer cervicouterino, Papanicolaou e infecciones de transmisión sexual. El taller educativo se realizó con apoyo de diapositivas elaboradas en power point y presentadas con ayuda de un proyector, la sesión duró aproximadamente una hora, también los estudiantes realizaron estrategias didácticas para reforzar el conocimiento. Se utilizó Stata v.16 para la captura y análisis de los datos, las variables cualitativas fueron representadas en frecuencias y porcentajes; las cuantitativas en medias, además, para medir el conocimiento antes y después, se utilizó la X^2 de la prueba de McNemar. Considerando significancia estadística un valor de $p<0.05$.

RESULTADOS

Participaron 215 estudiantes (más mujeres, 57.7%), con un rango de edad de 20 a 50 años con una media de 21.8. El 95.8% de los participantes mencionó ser soltero, 62.8% profesan la religión católica y más de la mitad cuenta con el programa de salud del IMSS (64.7%), seguido del ISSSTE (16.3%), IMSS BIENESTAR (15.4%) y Marina (1.4%). Más de la mitad de los padres de familia cuentan con un nivel de escolaridad de bachillerato, licenciatura y posgrado (madre: 57.4% y padre: 54.3%). Las fuentes de información sobre las ITS fueron la escuela (72.1%), centros de salud (49.3%) y medios de comunicación (46.5%), siendo en el núcleo familiar (21.9%) donde menor información se obtiene.

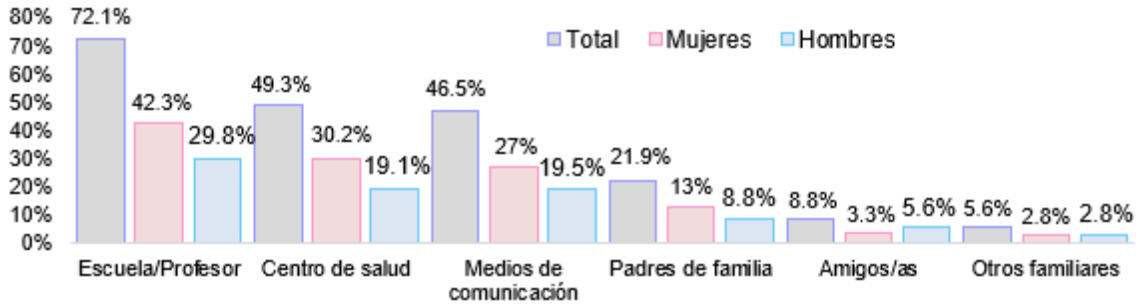


Figura 1. Fuentes de información donde los estudiantes han recibido información de las ITS.

El método anticonceptivo más utilizado para prevenir las ITS es el preservativo (condón masculino), seguido de la vacuna para el VPH, mientras que el campo de látex fue el recurso menos utilizado (3.2%). Entre las razones para no emplear protección, la mayoría indicó no tenerlos a su alcance (16.2%) o haberlos olvidado (10.7%), mientras que el factor económico resultó ser el menos relevante, con solo un 1.4% de las menciones (Fig. 2 y 3).

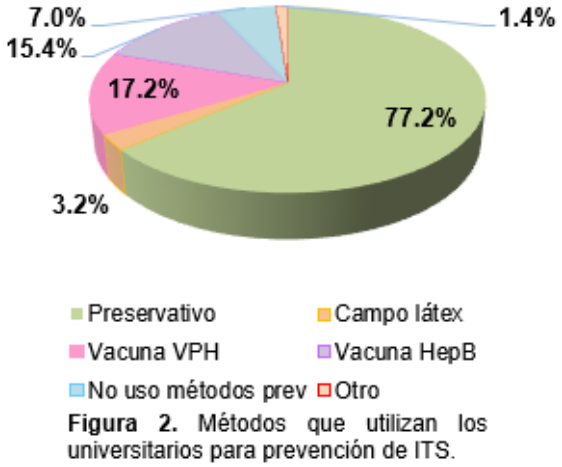


Figura 2. Métodos que utilizan los universitarios para prevención de ITS.



Figura 3. Motivo por el cual no han utilizado métodos preventivos.

Conocimientos

Anatomía del aparato reproductor femenino y masculino

Ambos sexos mostraron conocimiento en el aparato reproductor femenino previo a recibir la información y esta misma aumentó después de recibirla. Se observó mayor conocimiento en la identificación de la anatomía del aparato reproductor masculino (32.5% vs 78.6%) después de recibir la información. Al estratificar por sexo antes de la intervención (AI), 41.4% de las mujeres conocían la anatomía del aparato reproductor femenino y 21.4%% de los hombres; después de la intervención (DI) aumentó a 38.1% en los hombres. Con relación a la anatomía del aparato reproductor masculino el 20% de los hombres lo conocían AI y el 12.6% de mujeres, aumentando a 55.6% en las mujeres DI (Tabla 1).

Tabla 1. Conocimiento de la anatomía del aparato reproductor femenino y masculino.

Anatomía del…		**AI**		**DI**		X^2_{MN}	*p*
		n	%	n	%		
Aparato femenino		135	62.8	200	93	59.5	**<0.001**
Aparato masculino		70	32.5	169	78.6	91.6	**<0.001**
por sexo…						X^2	*p*
Aparato femenino	mujer	89	41.4	118	54.9	10.1	**0.001**
	hombre	46	21.4	82	38.1		
Aparato masculino	mujer	27	12.6	94	43.7	1.3	0.243
	hombre	43	20	75	34.9		

X^2_{MN}: Chi cuadrada de MacNemar. X^2: Chi cuadrada de Pearson. Datos estadísticamente significativos con $p<0.05$.

Infecciones de transmisión sexual

Respecto al tamizaje para la detección de ITS, no se observaron diferencias entre el antes y después de la intervención (33% vs 35.4%), por el contrario, hubo un incremento significativo al identificar los sitios para recibir información (83.3%, 94.9%; X^2_{MN} 18.9, p <0.001). De acuerdo con los datos de la tabla 2, el VIH y la sífilis destacaron como las ITS más identificadas inicialmente; por otra parte, el conocimiento mejoró significativamente después de recibir la información en el VPH (44.6% vs 62.3%) y clamidia (42.3% vs 58.1%).

Tabla 2. ITS que los estudiantes consideran más frecuentes.

Variable	AI		DI		X^2_{MN}	*p*
	n	%	n	%		
VIH	201	93.9	207	96.7	3.0	0.083
Sífilis	152	54.8	162	63.7	2.78	0.095
VPH	150	44.6	163	62.3	4.83	**0.028**
Clamidia	82	42.3	95	58.1	4.57	**0.032**
Herpes	165	9.3	172	14.4	1.40	0.236
Gonorrea	132	16.2	143	34.8	2.95	0.085

X^2_{MN}: Chi cuadrada de MacNemar. Datos estadísticamente significativos con $p<0.05$.

En relación con las vías de transmisión (Tabla 3) el sexo vaginal (93.9%) y el oral (54.8%) fueron las más reconocidas antes de la intervención. No obstante, se identificaron diferencias significativas ($p < 0.001$) en el reconocimiento de las vías perinatal (16.3% vs. 34.9%), transfusional (44.7% vs. 62.3%) y anal (42.3% vs. 58.1%) al comparar los resultados antes y después de la intervención.

Tabla 3. Vías de transmisión para adquirir una ITS.

Variable	AI		DI		X^2_{MN}	*p*
	n	%	n	%		
Sexo vaginal	202	93.9	208	96.7	3.6	0.0578
Sexo oral	118	54.8	137	63.7	9.3	**0.0023**
Transfusiones	96	44.6	134	62.3	22.6	**<0.001**
Sexo anal	91	42.3	125	58.1	20.6	**<0.001**
Leche materna	20	9.3	31	14.4	4.5	**0.0343**
Perinatal	35	16.2	75	34.8	25.8	**<0.001**

X^2_{MN}: Chi cuadrada de MacNemar. Datos estadísticamente significativos con $p<0.05$.

Al analizar las manifestaciones clínicas de las ITS (Figura 4), se observa que el enfoque inicial de los estudiantes se centraba en las verrugas (67.4%) y úlceras genitales (54.9%). Después de recibir la información, incrementó significativamente ($p< 0.001$) al identificar la secreción del pene (70.7%), flujo vaginal (61.4%) y úlceras genitales (68.8%).

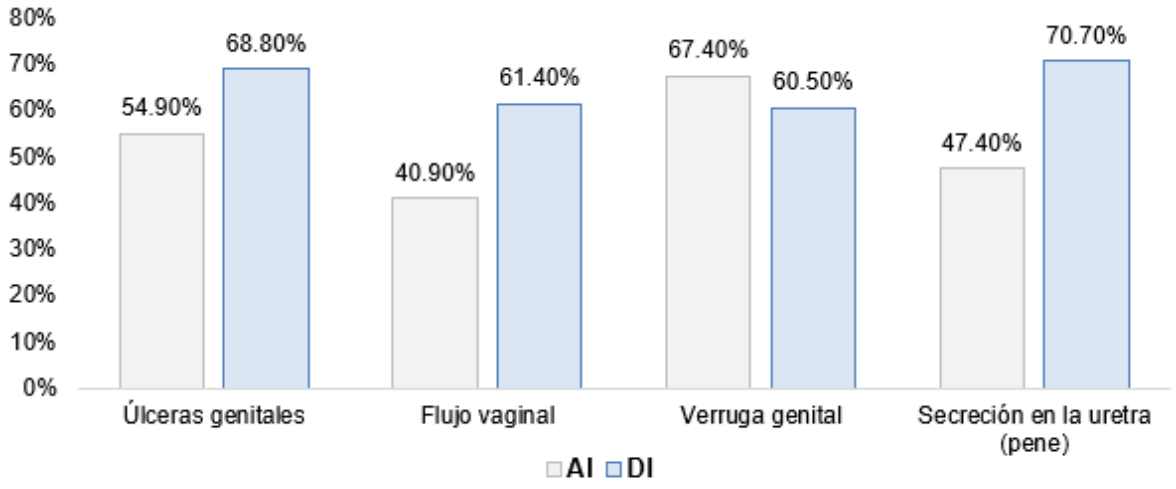


Figura 4. Sintomatología que los estudiantes refieren en presencia de una ITS.

En cuanto a los factores de riesgo para adquirir una ITS (Tabla 4), inicialmente reconocían las relaciones sexuales sin protección (93.5%) y múltiples parejas sexuales (74.4%), no obstante, la intervención complementó el conocimiento, logrando que los participantes identifiquen factores adicionales, como el inicio precoz de las relaciones sexuales (15.8%, 49.3%) y el bajo conocimiento sobre las ITS (60.5%, 81.4%). Asimismo, la intervención permitió desmentir conceptos erróneos, como que el compartir utensilios de aseo personal (6.5%) no representan un riesgo de transmisión.

Tabla 4. Factores de riesgo para adquirir una ITS.

Variable	AI		DI		X^2_{MN}	*p*
	n	%	n	%		
Relaciones sexuales sin protección	201	93.5	207	96.3	2.6	0.057
Uso de utensilios de aseo personal de enfermos	63	29.3	13	6.0	39.0	**<0.001**
Uso de instrumental médico no estéril	80	37.2	109	50.7	12.5	**<0.001**
Múltiples parejas sexuales	160	74.4	183	85.1	14.3	**<0.001**
Inicio precoz de las relaciones sexuales	34	15.8	106	49.3	60.3	**<0.001**
Bajo conocimiento sobre las ITS	130	60.5	175	81.4	28.5	**<0.001**

X^2_{MN}: Chi cuadrada de MacNemar. Datos estadísticamente significativos con $p<0.05$.

CONCLUSIONES

La intervención educativa demostró ser una estrategia efectiva para fortalecer el conocimiento sobre las infecciones de transmisión sexual en estudiantes universitarios. Después de la intervención se observó un incremento en la identificación de la anatomía del aparato reproductor, el reconocimiento de diversas ITS, sus vías de transmisión, manifestaciones clínicas y factores de riesgo asociados. Así mismo, se logró corregir conceptos erróneos relacionados con las formas de contagio y reforzar la identificación de conductas preventivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agwu A. (2020). Sexuality, Sexual Health, and Sexually Transmitted Infections in Adolescents and Young Adults. Topics in antiviral medicine, 28(2), 459–462. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7482983/
2. Cegolon, L., Bortolotto, M., Bellizzi, S., Cegolon, A., Bubbico, L., Pichierri, G., Mastrangelo, G., & Xodo, C. (2022). A Survey on Knowledge, Prevention, and Occurrence of Sexually Transmitted Infections among Freshmen from Four Italian Universities. J. Environ. Res. Public Health, 19(2), 897. https://doi.org/10.3390/ijerph19020897
3. Deleon de Melo, L., Passos Sodré, C., Spindola, T., Costa Martins, E. R., de Olivera André, N. L. N., & Vieira da Motta, C. V. (2022). Prevención de infecciones de transmisión sexual entre los jóvenes e importancia de la educación sanitaria. Enfermería Global, 21(65). https://dx.doi.org/10.6018/eglobal.481541
4. Juyani, A. K., Zarei, F., & Maasoumi, R. (2024). Efficacy of mobile-based educational intervention using Instructional Systems Design in promoting preventive behaviors for sexually transmitted infections among Iranian women: a randomized controlled trial. BMC Public Health, 24(510). https://doi.org/10.1186/s12889-024-18002-1
5. Lazcano Ortiz, M., Barrios Ortega, A., Chávez Cruz, A., Jiménez Molina, L., Omaña Hernández, M., & Sánchez Padilla, M. (2020). Intervención Educativa sobre los Métodos Anticonceptivos en Adolescentes. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 8(16), 116-122. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/issue/archive
6. Malca Herrera, E. L., & Changlio Roas, J. J. (2021). Conductas de riesgo e infecciones de transmisión sexual en mujeres en edad fértil. Revista Médica Basadrina, 15(3), 11-18. https://doi.org/10.33326/26176068.2021.3.1155

7. National Cancer Institute [NCI]. (2023). Infección de Transmisión Sexual. National Cancer Institute. https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/infeccion-de-transmision-sexual
8. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2024). Infecciones de transmisión sexual (ITS). Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-(stis)
9. Organización Mundial de la Salud. (2025). Infecciones de Transmisión Sexual (ITS). Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-(stis)
10. Rodríguez Granger, J., Espadafor López, B., Cobo, F., Blasco Morente, G., Sampedro Martinez, A., Tercedor Sánchez, J., Aliaga Martinez, L., Padilla Malo de Molina, A., & Navarro Marí, J. M. (2020). Update on the Diagnosis of Sexually Transmitted Infections. Actas Demo-Sifiliográficas, 111(9), 711-724. https://doi.org/10.1016/j.ad.2019.05.008
11. Saavedra Alvarado, C. J., García Ruiz, A., & Hernández Ortiz, A. F. (2021). Inicio de la vida sexual y reproductiva en la adolescencia- Unidad Educativa UPSE. Revista Estudiantil CEUS, 3(1), 19-24. https://ceus.ucacue.edu.ec/index.php/ceus/article/view/51
12. Tamez Garza, C. M., Moral De La Rubia, J., Alvarado Pérez, J. G., & Rojo Flores, M. H. (2025). Importancia de la educación en la promoción de la salud sexual en el contexto universitario (1st ed., Issue 2). InnovAcademia. https://innovacademia.uanl.mx/index.php /revista/article/view/21/25

ASOCIACIÓN ENTRE LOS HÁBITOS DE CONSUMO DE ALIMENTOS ULTRAPROCESADOS Y EL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN ESCOLARES

Cristina Sarai Contreras Martínez, Laura Gisela Ramos Muñóz[2], Erika Inés Villa Serrano, Rosalinda Gutierrez Hernandez, Jose Carranza Tellez, Juan Manuel García González, Fuensanta Del Rocío Reyes Escobedo, Jose Carranza Concha

Programa Académico de Nutrición. Universidad Autónoma de Zacatecas.
sarai.contreras.mar@uaz.edu.mx

RESUMEN

El consumo de alimentos ultraprocesados ha aumentado en los últimos años, especialmente en la población infantil y adolescente, debido a su fácil acceso, bajo costo y amplia disponibilidad en el entorno escolar. Estos productos, caracterizados por su alto contenido de azúcares, grasas saturadas, sodio y aditivos, se asocian con efectos negativos para la salud, como sobrepeso, obesidad y alteraciones metabólicas. Asimismo, una alimentación poco saludable puede afectar el desarrollo cognitivo y el desempeño escolar, influyendo en la atención, la memoria y la concentración, aspectos fundamentales para el rendimiento académico. En este contexto, la presente investigación analiza la asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y el desempeño académico en escolares de la Escuela Víctor Rosales, en Zacatecas, con la finalidad de generar información que contribuya a la promoción de hábitos alimentarios saludables. Se realizó un estudio observacional, descriptivo, analítico y de corte transversal en una población de 120 escolares, de la cual se seleccionó una muestra de 40 alumnos de sexto año de primaria. Como criterio de inclusión, se consideró la participación voluntaria mediante asentimiento informado autorizado por los padres de familia; se excluyeron aquellos sin consentimiento o con cuestionarios incompletos. La recolección de datos se llevó a cabo mediante un cuestionario estructurado, diseñado por las investigadoras, que incluyó ítems sobre hábitos de alimentación, consumo de alimentos ultraprocesados y aspectos del aprendizaje como atención, memoria y concentración. Se analizaron como variables el consumo de alimentos ultraprocesados como variable independiente y el desempeño académico como variable dependiente. El análisis se realizó con SPSS versión 25, utilizando estadística descriptiva e inferencial. Los resultados muestran que el 77.5% de los alumnos lleva como lonche fruta, sándwich o comida casera, mientras que el 20% consume alimentos ultraprocesados y el 2.5% los adquiere en la tiendita escolar. En cuanto al efecto percibido en el rendimiento académico, el 45% indicó sentirse normal, el 35% no identificó cambios y el 10% reportó síntomas como sueño, cansancio y dificultad para concentrarse. Aunque la mayoría no percibe alteraciones inmediatas, un porcentaje relevante presenta manifestaciones que podrían afectar su atención y rendimiento escolar. Respecto al estado emocional, el 40% reconoce que la alimentación influye en su estado emocional. En conclusión, con base en los resultados obtenidos, se observa una asociación entre los hábitos de consumo de alimentos ultraprocesados y el desempeño académico en los escolares, ya que un mayor consumo se relaciona con alteraciones en la concentración, los niveles de energía y la conducta (emociones), factores que pueden influir en el proceso de aprendizaje. Estos efectos podrían explicarse por un aporte inadecuado de nutrientes esenciales para el adecuado funcionamiento cerebral, lo que resalta la importancia de promover hábitos alimentarios saludables dentro del entorno escolar.

INTRODUCCIÓN

La alimentación constituye un proceso consciente y voluntario mediante el cual las personas seleccionan e ingieren alimentos para satisfacer sus necesidades fisiológicas y obtener los nutrientes necesarios para el adecuado funcionamiento del organismo. Una alimentación equilibrada favorece el crecimiento, el desarrollo físico y cognitivo, así como el mantenimiento de un óptimo estado de salud (Soriano del Castillo, 2006).

Los hábitos alimentarios se forman desde los primeros años de vida y están influenciados por factores familiares, culturales, sociales y económicos. Durante la etapa escolar, estos hábitos adquieren especial importancia debido a que los niños se encuentran en un periodo de crecimiento y desarrollo en el que los requerimientos nutricionales son fundamentales para el aprendizaje y el desempeño escolar (Nyaradi et al.,2013)

En las últimas décadas, el consumo de alimentos ultraprocesados ha aumentado considerablemente entre la población infantil. Estos productos se caracterizan por presentar altos contenidos de azúcares añadidos, grasas saturadas, sodio y algunos otros aditivos industriales, además de un bajo aporte de fibra, vitaminas y minerales. Su consumo frecuente se ha asociado con efectos negativos sobre la salud y el estado nutricional de los niños, lo que podría repercutir en procesos cognitivos relacionados con el aprendizaje, como la atención, la memoria y la concentración.

El desempeño académico se define como el nivel de conocimientos, habilidades y competencias que los estudiantes adquieren y demuestran durante su proceso educativo, constituyendo un indicador del aprovechamiento escolar (Navarro, 2003). Diversos factores pueden influir en este desempeño, entre ellos las condiciones socioeconómicas, familiares, psicológicas y nutricionales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) destaca que una alimentación saludable y equilibrada es esencial para favorecer el crecimiento, el desarrollo cognitivo y el bienestar general de los niños. En este sentido, los hábitos de consumo de alimentos ultraprocesados representan un aspecto de interés para la investigación, debido a sus posibles implicaciones sobre el rendimiento y desempeño académico durante la etapa escolar.Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la asociación entre los hábitos de consumo de alimentos ultraprocesados y el desempeño académico en escolares.

TEORÍA

Alimentación y nutrición en el escolar.
La alimentación constituye un determinante fundamental de la salud y del desarrollo humano, particularmente durante la infancia. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que una alimentación saludable es esencial para el crecimiento, el desarrollo óptimo y la prevención de enfermedades a lo largo del curso de vida. Asimismo, destaca que los hábitos alimentarios adquiridos durante la infancia suelen mantenerse en etapas posteriores, influyendo en la salud y el bienestar futuros (OMS, 2026).

La edad escolar representa un periodo de importantes cambios físicos, cognitivos y sociales. Durante esta etapa, el organismo requiere un adecuado aporte de energía y nutrientes para sostener el crecimiento corporal, el desarrollo neurológico y las demandas propias del aprendizaje. Diversos estudios han demostrado que una alimentación equilibrada favorece procesos cognitivos como la atención, la memoria, la concentración y la capacidad de resolución de problemas, elementos indispensables para un adecuado desempeño académico (Nyaradi et al., 2014).

La OMS señala que una dieta saludable debe basarse principalmente en alimentos frescos o mínimamente procesados, incluyendo frutas, verduras, cereales integrales, leguminosas, lácteos y fuentes de proteína de calidad. Por el contrario, el consumo excesivo de productos ricos en azúcares libres, grasas saturadas y sodio se asocia con efectos adversos sobre la salud y el desarrollo infantil.
Hábitos alimentarios en escolares

Los hábitos alimentarios se definen como el conjunto de conductas relacionadas con la selección, preparación y consumo de alimentos. Estos hábitos son el resultado de la interacción entre factores biológicos, familiares, culturales, sociales y económicos. Durante la etapa escolar, la familia continúa desempeñando un papel fundamental en la formación de dichos hábitos; sin embargo, otros factores como la escuela, los medios de comunicación, la publicidad y el entorno alimentario adquieren una influencia creciente.

En la actualidad, los patrones alimentarios infantiles han experimentado modificaciones importantes derivadas de la urbanización, la industrialización alimentaria y los cambios en los estilos de vida familiares. Estas transformaciones han favorecido un aumento significativo en el consumo de productos industrializados de alta densidad energética y bajo valor nutricional, particularmente los alimentos ultraprocesados.

La OMS ha advertido recientemente que los entornos escolares desempeñan un papel decisivo en la configuración de los hábitos alimentarios infantiles, ya que los alimentos disponibles dentro y alrededor de las escuelas pueden influir directamente en las decisiones alimentarias y en la salud de los estudiantes. Además, enfatiza que una alimentación saludable en el entorno escolar puede repercutir positivamente en el aprendizaje y en el desarrollo integral de los niños.

Alimentos ultraprocesados: definición y características
El concepto de alimentos ultraprocesados surge a partir de la clasificación NOVA propuesta por Monteiro y colaboradores. Según esta clasificación, los alimentos ultraprocesados son formulaciones industriales elaboradas principalmente a partir de sustancias derivadas de alimentos y aditivos, diseñadas para ser altamente palatables, prácticas y de larga duración comercial. Entre ellos se encuentran refrescos, bebidas azucaradas, botanas industrializadas, cereales endulzados, productos de comida rápida, dulces y diversos alimentos listos para consumir.

Las principales características de los alimentos ultraprocesados incluyen una elevada densidad energética, altos contenidos de azúcares añadidos, grasas saturadas y sodio, así como bajos aportes de fibra dietética, vitaminas y minerales. Además, suelen incorporar colorantes, saborizantes, edulcorantes, emulsificantes y otros aditivos destinados a mejorar su aceptación por parte de los consumidores.

El consumo de estos productos ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas, especialmente entre la población infantil y adolescente. La evidencia reciente muestra que los niños constituyen uno de los grupos con mayor exposición a los alimentos ultraprocesados, situación atribuida a la publicidad dirigida a menores, la accesibilidad económica de estos productos y la modificación de los patrones alimentarios familiares.

Desempeño académico en escolares
El desempeño académico puede definirse como el nivel de logro alcanzado por los estudiantes respecto a los objetivos educativos establecidos. Este concepto abarca tanto las calificaciones obtenidas como otros indicadores relacionados con el aprendizaje, la comprensión, la memoria, la atención y la capacidad de aplicar conocimientos adquiridos.

El rendimiento académico es considerado un fenómeno multifactorial influenciado por factores individuales, familiares, sociales, económicos, psicológicos y nutricionales. En los últimos años, la nutrición ha cobrado especial interés debido a la evidencia que vincula la calidad de la dieta con el desarrollo cerebral y los procesos cognitivos involucrados en el aprendizaje. Diversos nutrientes participan activamente en la síntesis de neurotransmisores, la plasticidad neuronal y el metabolismo energético cerebral, por lo que una alimentación inadecuada puede afectar negativamente el rendimiento escolar (Nyaradi et al., 2014).

Asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y el desempeño académico
La relación entre alimentación y desempeño académico ha sido ampliamente estudiada durante las últimas décadas. La evidencia científica sugiere que los escolares que mantienen patrones alimentarios saludables presentan mejores niveles de atención, memoria, concentración y aprovechamiento escolar en comparación con aquellos que consumen dietas de baja calidad nutricional.

Recientemente, el estudio EHDLA, realizado en adolescentes españoles, encontró que un mayor consumo de alimentos ultraprocesados se asociaba significativamente con menores calificaciones en lenguaje, matemáticas e inglés, así como con un menor promedio académico general. Los autores

concluyen que la elevada ingesta de estos productos podría afectar negativamente diversos procesos cognitivos relacionados con el aprendizaje y el rendimiento escolar.
Entre los mecanismos biológicos que podrían explicar esta asociación se encuentra el alto contenido de azúcares refinados y grasas saturadas presente en los alimentos ultraprocesados. Estos componentes pueden generar alteraciones metabólicas, procesos inflamatorios y fluctuaciones en los niveles de glucosa sanguínea que afectan funciones cognitivas como la atención y la memoria. Asimismo, la sustitución de alimentos nutritivos por productos ultraprocesados puede ocasionar deficiencias de micronutrientes esenciales para el funcionamiento cerebral.

Además, los patrones alimentarios caracterizados por un elevado consumo de ultraprocesados suelen coexistir con otros comportamientos poco saludables, tales como sedentarismo, menor actividad física, alteraciones del sueño y exceso de peso corporal, factores que también pueden influir negativamente en el desempeño académico.

En conjunto, la evidencia disponible sugiere que el consumo frecuente de alimentos ultraprocesados no solo representa un factor de riesgo para diversas enfermedades crónicas, sino que también puede afectar el desarrollo cognitivo y el rendimiento académico de la población escolar. Por ello, resulta relevante continuar investigando esta asociación con el propósito de generar evidencia que contribuya al diseño de estrategias de educación alimentaria y promoción de estilos de vida saludables en el ámbito escolar.

PARTE EXPERIMENTAL

Materiales
Para la recolección de la información se utilizaron cuestionarios sobre hábitos de alimentación, desempeño académico y preferencia de consumo de alimentos ultraprocesados, diseñados por las investigadoras. Asimismo, se emplearon hojas tamaño carta, lápices y formatos de consentimiento informado firmados por los padres o tutores de los participantes.

Método
Previamente al desarrollo de la investigación, se solicitó autorización a la dirección de la Escuela Primaria “Víctor Rosales” para la realización del estudio. Posteriormente, se entregó a los estudiantes una carta de consentimiento informado dirigida a sus padres o tutores, en la que se explicaron los objetivos, procedimientos y consideraciones éticas de la investigación.

Una vez obtenidos los consentimientos informados debidamente firmados, se procedió a la aplicación de los cuestionarios durante el horario escolar. La recolección de los datos se llevó a cabo bajo la supervisión directa de las responsables de la investigación, garantizando la confidencialidad de la información y la participación voluntaria de los estudiantes.

Tipo de estudio
Se realizó una investigación con enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, observacional, analítico y de corte transversal. El estudio tuvo como objetivo analizar la asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y el desempeño académico en escolares de sexto grado de la Escuela Primaria “Víctor Rosales”.

Población y muestra
La población estuvo conformada por 120 estudiantes inscritos en la Escuela Primaria “Víctor Rosales”. La muestra quedó integrada por 40 alumnos de sexto grado que cumplieron con los criterios de selección establecidos y que contaron con el consentimiento informado firmado por sus padres o tutores.

Nivel de confianza del 95% y margen de error del 5%

VARIABLES DE ESTUDIO

Variable independiente
Consumo de alimentos ultraprocesados.
Variable dependiente
Desempeño académico.
Criterios de inclusión
-Estudiantes inscritos en sexto grado de la Escuela Primaria “Víctor Rosales”.
-Contar con el consentimiento informado firmado por los padres o tutores.
-Aceptar participar voluntariamente en el estudio.
Criterios de exclusión
-Estudiantes que no presentaron el consentimiento informado firmado por sus padres o tutores.
-Estudiantes ausentes el día de la aplicación de los cuestionarios.
-Estudiantes inscritos en primero, segundo, tercero, cuarto o quinto grado de primaria.
Criterios de eliminación
-Cuestionarios incompletos o con información insuficiente para su análisis.
-Estudiantes que no concluyeron el llenado de los instrumentos de recolección de datos.

Análisis estadístico
Los datos obtenidos fueron capturados y organizados en una base de datos para su análisis estadístico. Inicialmente se realizó un análisis descriptivo mediante frecuencias absolutas y porcentajes para caracterizar a la población de estudio y las variables analizadas.

Posteriormente, para determinar la asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y el desempeño académico de los escolares, se aplicó la prueba de Chi-cuadrada de Pearson, debido a que ambas variables fueron categorizadas y expresadas en frecuencias (spss v25). Se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$. Los resultados se presentaron mediante tablas de contingencia, permitiendo identificar la existencia o ausencia de asociación entre las variables estudiadas. El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el programa IBM SPSS Statistics versión 22.0 para Windows.

RESULTADOS

Con respecto al género de los encuestados, la figura 1 muestra que la mayoría de las personas que participaron fueron del género masculino con un porcentaje de 57.5%, mientras que el 42.5% son del género femenino.

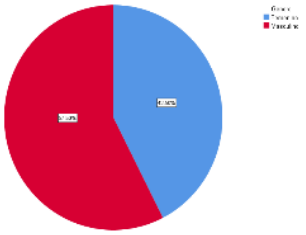


Figura 1. Género de la población encuestada. Elaboración propia.

Por otro lado, se muestra los porcentajes en relación a la frecuencia de consumo de alimentos ultraprocesados (figura 2) el 55% de los escolares encuestados los consumen de 2 a 4 veces por semana, en tanto que el 27.5% los consume 1 vez por semana o menos.

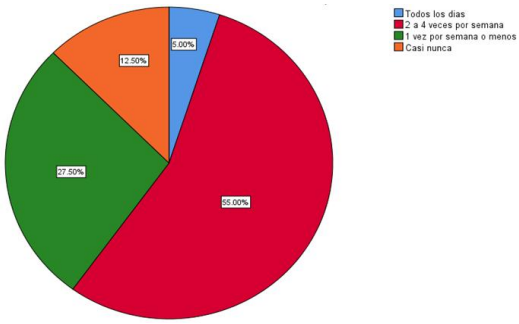


Figura 2. Frecuencia de consumo de alimentos procesados. Elaboración propia.

Además fue evaluado el efecto percibido en el rendimiento académico, el 45% indicó sentirse normal, el 35% no identificó cambios y el 10% reportó síntomas como sueño, cansancio y dificultad para concentrarse. Aunque la mayoría no percibe alteraciones inmediatas, un porcentaje relevante presenta manifestaciones que podrían afectar su atención y rendimiento escolar.

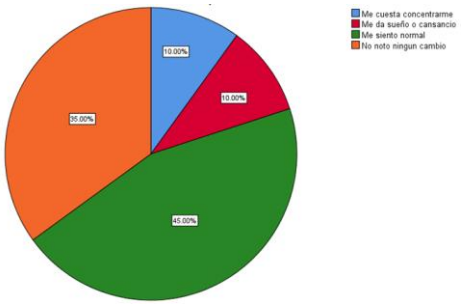


Figura 3. Efecto del consumo de los alimentos procesados en el rendimiento académico. Elaboración propia.

Respecto a la opinión de los escolares sobre el impacto que tiene el consumo excesivo de comida ultraprocesada en el rendimiento escolar, los resultados muestran que el 55% si está de acuerdo, el 40% considera que tal vez, y solo el 5% opina que no tiene ningún efecto. Shamah-Levy et al. (2024) y Liu et al. (2023) advierten que los productos chatarra afectan la concentración y la capacidad de atención.

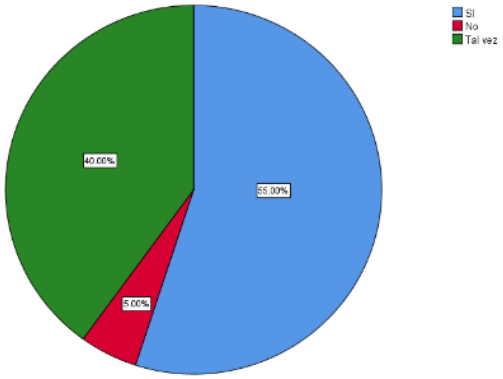


Figura 4. Percepción del consumo de los alimentos ultraprocesados y el rendimiento académico. Elaboración propia.

Asimismo, se aplicó la prueba de Chi-cuadrada de Pearson (χ^2) para analizar la asociación entre el género de los estudiantes y la frecuencia de consumo de alimentos ultraprocesados. Los resultados no mostraron una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables ($p = 0.100$), lo que indica que la frecuencia de consumo de alimentos ultraprocesados fue similar entre niños y niñas.

Tabla 1. Asociación entre el género y la frecuencia de consumo de alimentos ultraprocesados en escolares.

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6.259[a]	3	.100
Razón de verosimilitud	6.373	3	.095
Asociación lineal por lineal	1.424	1	.233
N de casos válidos	40		

Por otro lado, se aplicó la prueba de Chi-cuadrada de Pearson (χ^2) para analizar la asociación entre la percepción de los estudiantes sobre cómo se sienten al estudiar o realizar tareas después de consumir alimentos ultraprocesados y la percepción de sentirse cansados o menos concentrados tras su consumo. Los resultados evidenciaron una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables ($p = 0.004$), indicando que la forma en que los estudiantes perciben su desempeño al realizar actividades académicas después de consumir alimentos ultraprocesados se relaciona con la presencia de cansancio o disminución de la concentración. Estos hallazgos coinciden con la evidencia científica que señala que el consumo frecuente de alimentos ultraprocesados puede afectar procesos cognitivos relacionados con la atención, la concentración y el rendimiento académico, debido a su elevado contenido de azúcares añadidos y grasas saturadas, así como a su bajo aporte de nutrientes esenciales para el funcionamiento cerebral.

Tabla 2. Asociación entre la percepción del desempeño académico y la sensación de cansancio o falta de concentración tras el consumo de alimentos ultraprocesados.

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13.295[a]	3	.004
Razón de verosimilitud	14.543	3	.002
Asociación lineal por lineal	9.569	1	.002
N de casos válidos	40		

CONCLUSIONES

En conclusión, con base en los resultados obtenidos, se identifica una asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y el desempeño académico en escolares, debido a que una mayor ingesta de estos productos se relaciona con alteraciones en la concentración, el nivel de energía, la atención y la conducta emocional, factores que pueden afectar negativamente el proceso de aprendizaje y el rendimiento escolar. Diversos estudios señalan que este efecto podría atribuirse al bajo aporte de nutrientes esenciales para el adecuado funcionamiento cerebral, así como al exceso

de azúcares, grasas saturadas y sodio presentes en este tipo de alimentos, los cuales pueden influir en las funciones cognitivas y conductuales de los niños y adolescentes (López-Gil et al., 2022; Mescoloto et al., 2024).

Asimismo, los resultados más recientes de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua (ENSANUT 2020-2023) evidencian un panorama preocupante en la población escolar mexicana, ya que más del 86% de los escolares consume bebidas endulzadas y entre el 50 y 60% consume botanas, dulces, postres y cereales dulces de manera habitual, mientras que el consumo de verduras permanece por debajo del 30% (Shamah-Levy et al., 2024). Estos hallazgos reflejan la necesidad de fortalecer estrategias de educación alimentaria y promoción de entornos escolares saludables que favorezcan una alimentación equilibrada y contribuyan al adecuado desarrollo cognitivo, emocional y académico de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Liu, S., Mo, C., Lei, L., Lv, F., Li, J., Xu, X., Lu, P., Wei, G., Huang, X., Zeng, X., & Qiu, X. (2023). Association of ultra-processed foods consumption and cognitive function among children aged 4–7 years: A cross-sectional data analysis. *Frontiers in Nutrition, 10*, 1272126. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1272126
2. López-Gil, J. F., Cisneros-Vásquez, E., Olivares-Arancibia, J., Yáñez-Sepúlveda, R., & Gutiérrez-Espinoza, H. (2025). Investigating the relationship between ultra-processed food consumption and academic performance in the adolescent population: The EHDLA Study. *Nutrients, 17*(3), 524. https://doi.org/10.3390/nu17030524
3. Marrón-Ponce, J. A., Sánchez-Pimienta, T. G., Rodríguez-Ramírez, S., Batis, C., & Cediel, G. (2023). Ultra-processed foods consumption reduces dietary diversity and micronutrient intake in the Mexican population. *Journal of Human Nutrition and Dietetics, 36*(1), 241–251.
4. Mescoloto, S. B., Pongiluppi, G., & Domene, S. M. Á. (2024). Ultra-processed food consumption and children and adolescents' health. *Jornal de Pediatria, 100*(Suppl. 1), S18–S30.
5. Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L. C., Rauber, F., Khandpur, N., Cediel, G., Neri, D., Martinez-Steele, E., Baraldi, L. G., & Jaime, P. C. (2019). Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. *Public Health Nutrition, 22*(5), 936–941. https://doi.org/10.1017/S1368980018003762
6. Navarro, R. E. (2003). El rendimiento académico: Concepto, investigación y desarrollo. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 1*(2), 1–15.
7. Nyaradi, A., Li, J., Hickling, S., Foster, J., & Oddy, W. H. (2013). The role of nutrition in children's neurocognitive development, from pregnancy through childhood. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 97. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00097
8. Organización Mundial de la Salud. (2023). *Healthy diet*. World Health Organization.
9. Romero-Martínez, M., Shamah-Levy, T., Barrientos-Gutiérrez, T., Cuevas-Nasu, L., Bautista-Arredondo, S., Colchero, M. A., Gaona-Pineda, E. B., Martínez-Barnetche, J., Alpuche-Aranda, C., Gómez-Acosta, L. M., Mendoza-Alvarado, L. R., Rivera-Dommarco, J., & Lazcano-Ponce, E. (2023). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2023: Metodología y avances de la Ensanut Continua 2020–2024. *Salud Pública de México, 65*(4), 394–401. https://doi.org/10.21149/15081
10. Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barrientos-Gutiérrez, T., Cuevas-Nasu, L., Bautista-Arredondo, S., Colchero, M. A., Gaona-Pineda, E. B., Lazcano-Ponce, E., Martínez-Barnetche, J., Alpuche-Aranda, C., Rivera-Dommarco, J., & Hernández-Ávila, M. (2024). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2020–2024. Resultados nacionales*. Instituto Nacional de Salud Pública.
11. Soriano del Castillo, J. M. (2006). *Nutrición básica humana*. Universitat de València.

FISIOTERAPIA Y MEDICINA TRADICIONAL CHINA: UN MODELO COMPLEMENTARIO PARA EL TRATAMIENTO DEL DOLOR MUSCULOESQUELÉTICO

José Manuel Pérez Hernández y Erika Toledo Trejo

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez.
23319014@utfv.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo propone la integración terapéutica entre agentes físicos convencionales y técnicas de la medicina tradicional china para el tratamiento de patologías musculoesqueléticas. A partir de un enfoque holístico y basado en evidencia, se diseña e implementa un protocolo que combina electroterapia y termoterapia con acupuntura y moxibustión.

El objetivo es evaluar si esta combinación potencia los efectos terapéuticos, acorta el tiempo de recuperación y mejora la percepción del en pacientes con lumbalgia, cervicalgia y gonalgia. Los resultados buscan respaldar la viabilidad clínica de este abordaje integrador, respondiendo a la demanda de tratamientos más eficaces, accesibles y centrados en el paciente.

INTRODUCCION

En la actualidad, las patologías musculoesqueléticas representan una de las principales causas de discapacidad y ausentismo laboral a nivel mundial. Estas afecciones, que incluyen desde lesiones musculares, tendinopatías, lumbalgias, cervicalgias, gonalgias, hasta procesos inflamatorios crónicos como la artritis, afectan significativamente la calidad de vida de quienes las padecen. Frente a este panorama, la fisioterapia ha jugado un papel crucial en el tratamiento y recuperación funcional de los pacientes, haciendo uso de diversas técnicas, entre ellas los agentes físicos, como herramientas fundamentales para aliviar el dolor, reducir la inflamación, mejorar la movilidad y restablecer la funcionalidad del sistema musculoesquelético.

Los agentes físicos, también conocidos como medios físicos o terapias físicas, incluyen modalidades como la electroterapia, la termoterapia, la crioterapia, entre otros. Estos tratamientos tienen efectos fisiológicos bien documentados y son parte del abordaje convencional en la rehabilitación física. Sin embargo, pese a su eficacia, en ocasiones los resultados pueden verse limitados si no se consideran otros factores del bienestar del paciente, como su estado energético, emocional y psicosocial.

Por otro lado, la medicina tradicional china (MTC) es un sistema terapéutico milenario que se basa en el equilibrio energético del cuerpo, conceptualizado a través de nociones como el Qi (energía vital), el Yin y Yang, y los meridianos por los que fluye esta energía. Entre sus principales técnicas destacan la acupuntura, la moxibustión, el uso de ventosas. Estas terapias no solo han demostrado tener efectos positivos en el alivio del dolor y en la regulación del sistema nervioso, sino que también promueven el equilibrio general del organismo. En las últimas décadas, múltiples estudios han comenzado a validar científicamente varios de los efectos clínicos de estas prácticas ancestrales. En este sentido, la integración de agentes físicos convencionales con elementos de la medicina tradicional china representa una propuesta terapéutica innovadora que busca abordar al paciente de forma más holística, uniendo lo mejor de la fisioterapia occidental con las técnicas energéticas

orientales. Esta combinación puede brindar resultados superiores, ya que mientras los agentes físicos actúan sobre los tejidos y estructuras musculoesqueléticas, la MTC complementa desde un enfoque energético y sistémico, potenciando los efectos y facilitando una recuperación más integral. El presente trabajo tiene como objetivo explorar esta integración de enfoques terapéuticos, analizando el sustento teórico y científico de ambas disciplinas, y evaluando su aplicación conjunta en el tratamiento de las patologías musculoesqueléticas. Buscamos analizar y destacar los

beneficios de esta integración terapéutica, evaluando como la combinación de ambas disciplinas puede potenciar los efectos terapéuticos, optimizar los tiempos de recuperación y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las patologías musculoesqueléticas son una causa frecuente de consulta médica y fisioterapéutica, afectando tanto a personas jóvenes como adultas, y generando una considerable carga social y económica. La fisioterapia, a través del uso de agentes físicos como la electroterapia, el ultrasonido, la termoterapia o la crioterapia, ha demostrado ser una disciplina eficaz en la recuperación funcional y en la reducción del dolor. Sin embargo, en muchos casos, los resultados terapéuticos pueden verse limitados por la complejidad de cada paciente y por factores que trascienden de lo puramente físico. En paralelo, la medicina tradicional china, mediante técnicas como la acupuntura, la moxibustión y las ventosas, ha ofrecido desde hace milenios un enfoque distinto pero complementario, centrado en el energético del cuerpo. En la actualidad, existe un creciente interés por combinar los saberes de la medicina occidental con las terapias orientales, con el propósito de enriquecer los procesos terapéuticos y mejorar los resultados clínicos.

A pesar de los avances y del reconocimiento de muchas de estas técnicas por parte de la comunidad científica, aún existe poca documentación sistemática sobre los beneficios reales de integrar agentes físicos con elementos de la medicina tradicional china en el tratamiento de patologías musculoesqueléticas. Esto abre una línea de investigación relevante para explorar cómo ambos enfoques pueden trabajar en sinergia, y qué impacto pueden tener en la práctica clínica.

Frente a esta necesidad, surge la pregunta:
¿De qué manera la combinación de agentes físicos con técnicas de la medicina tradicional china influye en el tratamiento de patologías musculoesqueléticas, y cuáles son los beneficios terapéuticos más relevantes de esta integración?

Patologías musculoesqueléticas: definición, características y abordaje clínico
Las patologías musculoesqueléticas constituyen un conjunto de trastornos que afectan los músculos, tendones, ligamentos, articulaciones, nervios periféricos y estructuras óseas del cuerpo humano. Estas alteraciones pueden ser de origen agudo o crónico y se manifiestan a través del dolor, rigidez, debilidad muscular, inflamación o pérdida de movilidad funcional. Se estima que más de 1.700 millones de personas en el mundo viven con una condición musculoesquelética, siendo la principal causa de discapacidad física según la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2021).

Las causas son multifactoriales e incluyen: movimientos repetitivos, posturas inadecuadas, sedentarismo, sobreesfuerzo físico, traumatismos, envejecimiento, enfermedades degenerativas y condiciones inflamatorias como la artritis reumatoide. Estas patologías no solo afectan el aparato locomotor, sino que también impactan de forma negativa en la calidad de vida, el estado emocional, la productividad y el bienestar general de quienes las padecen (Brukner & Khan, 2017).

Desde el enfoque fisioterapéutico, el tratamiento de este tipo de afecciones se basa en la valoración funcional del paciente, el análisis biomecánico y la aplicación de técnicas que buscan restaurar el movimiento y disminuir el dolor. Uno de los pilares en este proceso lo constituye el uso de agentes físicos, herramientas clínicas que permiten intervenir sobre el tejido afectado mediante estímulos controlados.

Agentes físicos en fisioterapia: fundamentos, tipos y mecanismos de acción
Los agentes físicos, también conocidos como medios terapéuticos físicos, son recursos utilizados por el profesional en fisioterapia para generar una respuesta fisiológica que facilite la recuperación del paciente. Estos agentes actúan a través de estímulos térmicos, eléctricos, acústicos o mecánicos, y han demostrado ser eficaces en el tratamiento del dolor, la inflamación, las contracturas, las disfunciones neuromusculares y la cicatrización tisular (Michlovitz & Bellew, 2011).

Entre los principales agentes físicos destacan:

- Electroterapia: Utiliza corrientes eléctricas con fines terapéuticos. Modalidades como TENS, interferenciales y EMS se aplican para aliviar el dolor, estimular músculos debilitados y mejorar la circulación. La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), por ejemplo, actúa inhibiendo la transmisión del dolor a nivel espinal (Cameron, 2018).
- Termoterapia: Implica la aplicación de calor superficial o profundo. El calor mejora la elasticidad tisular, incrementa el flujo sanguíneo, reduce el espasmo muscular y contribuye a la relajación general. Es ideal en fases subagudas o crónicas.
- Crioterapia: Uso terapéutico del frío, aplicado mediante compresas, inmersión o aerosoles. Tiene efectos analgésicos, antiinflamatorios y anti espásticos, especialmente útil en lesiones agudas y en el manejo del edema.
- Ultrasonoterapia: Emplea ondas sonoras de alta frecuencia que penetran en los tejidos profundos, generando efectos térmicos y no térmicos que promueven la reparación celular, disminuyen el dolor y facilitan la regeneración del tejido conectivo.
- Otros agentes como la magnetoterapia, fototerapia con láser, y la presoterapia también se han implementado como parte de la fisioterapia moderna, especialmente en clínicas especializadas.

La correcta aplicación de los agentes físicos requiere conocimientos específicos sobre el mecanismo de acción de cada uno, las indicaciones, contraindicaciones y el momento adecuado de la rehabilitación en el que deben emplearse. Su efectividad ha sido ampliamente documentada en la literatura científica, se considera que su uso adecuado mejora significativamente los tiempos de recuperación funcional.

Medicina tradicional china: fundamentos energéticos y aplicación clínica

La medicina tradicional china (MTC) es un sistema médico ancestral con más de 2,500 años de antigüedad, que comprende una visión holística del cuerpo humano y su interacción con el entorno. Su fundamento principal es el equilibrio del Qi, o energía vital, que circula por el cuerpo a través de canales llamados meridianos. Cuando este flujo se bloquea o desequilibra, aparece la enfermedad (Kaptchuk, 2000).

Los principios clave de la MTC incluyen:

- Qi: Energía que nutre y regula el cuerpo.
- Yin y Yang: Fuerzas opuestas pero complementarias cuya armonía es esencial para la salud.
- Teoría de los cinco elementos: Madera, fuego, tierra, metal y agua, que rigen las funciones del cuerpo.
- Meridianos: Canales energéticos que conectan órganos y sistemas.

Entre las técnicas terapéuticas más utilizadas en MTC se encuentran:

- Acupuntura: Inserción de agujas finas en puntos específicos del cuerpo para desbloquear el flujo energético. Su acción ha sido validada por estudios neurofisiológicos que demuestran la liberación de endorfinas y la modulación de señales de dolor (Vickers et al., 2018).
- Moxibustión: Técnica que emplea el calor de la planta Artemisia vulgaris (moxa) para estimular puntos energéticos, especialmente útil en patologías con frío o deficiencia de Qi.
- Ventosas (cupping): Crea succión en zonas específicas de la piel para aumentar el flujo sanguíneo, liberar tensiones musculares y estimular la recuperación tisular. Se ha vuelto popular también en el ámbito deportivo.
- Tuina y digitopuntura: Masaje terapéutico que estimula puntos energéticos con las manos, promoviendo la circulación y el equilibrio interno.

La MTC ha sido reconocida por la OMS como un sistema médico válido, y su integración con la medicina occidental ha ido creciendo progresivamente, especialmente en países como China, Corea, Alemania y México, donde muchas universidades incluyen asignaturas de acupuntura y terapias alternativas en sus planes de estudios de fisioterapia (WHO, 2019).

Integración terapéutica: fisioterapia y medicina tradicional china en el tratamiento musculoesquelético

La atención sanitaria moderna tiende a evolucionar hacia un enfoque integrador e interdisciplinario, que no se limita a lo biomédico, sino que también toma en cuenta los aspectos emocionales, energéticos, culturales y psicosociales del paciente. En este sentido, la combinación de agentes físicos con técnicas de la medicina tradicional china representa una estrategia terapéutica innovadora, eficaz y con alta aceptación por parte de los pacientes.

Estudios clínicos han reportado que la electroacupuntura (uso de corriente eléctrica a través de agujas de acupuntura) es más eficaz que la acupuntura sola o que la electroterapia convencional en patologías como dolor lumbar crónico, osteoartritis y fibromialgia (Lee & Kim, 2013). Asimismo, la moxibustión ha demostrado resultados positivos en el tratamiento de espasmos musculares, artrosis y contracturas cuando se combina con calor superficial de termoterapia (Li et al., 2020).

La sinergia entre fisioterapia y MTC permite actuar sobre múltiples niveles:

- Fisiológico (tejido, circulación, inflamación)
- Neurológico (modulación del dolor)
- Energético (regulación del Qi)
- Emocional (manejo del estrés y la ansiedad asociados al dolor crónico)

Además, la integración responde a la demanda creciente de pacientes que buscan terapias más naturales, menos invasivas y alineadas con su cosmovisión o estilo de vida. Esta propuesta terapéutica ofrece una visión más humana, integral y eficaz del cuidado de la salud musculoesquelética.

Efectividad comparada entre fisioterapia convencional y terapias complementarias

La fisioterapia convencional ha sido durante décadas el pilar fundamental en el tratamiento de las alteraciones musculoesqueléticas. Este enfoque se basa en la aplicación de técnicas científicamente validadas, como la cinesiterapia, la terapia manual, la electroterapia y la termoterapia, con el objetivo de restaurar el movimiento funcional, reducir el dolor y mejorar la calidad de vida del paciente (Kisner & Colby, 2017).

La fisioterapia convencional, basada en el uso de agentes físicos, ejercicio terapéutico y técnicas manuales, ha mostrado eficacia en el tratamiento del dolor musculoesquelético. Sin embargo, su efecto puede ser limitado en cuadros crónicos, recidivantes o influenciados por factores emocionales y culturales.

Sin embargo, en los últimos años ha habido un creciente interés por las llamadas terapias complementarias o integradoras, tales como la acupuntura, la moxibustión, la auriculoterapia y la electroacupuntura.

Estas modalidades han sido integradas paulatinamente en los sistemas de salud como coadyuvantes al tratamiento convencional, especialmente en el manejo del dolor crónico.

Diversos estudios han comparado la eficacia de ambas estrategias. Por ejemplo, un metaanálisis realizado por Vickers et al. (2018), que incluyó datos de más de 20,000 pacientes, concluyó que la acupuntura es superior al placebo y a la atención estándar para tratar afecciones como la osteoartritis, la cefalea tensional y el dolor lumbar. De igual manera, investigaciones realizadas en contextos latinoamericanos han reportado que la combinación de fisioterapia y acupuntura mejora la movilidad, reduce la dependencia de analgésicos y acorta los tiempos de recuperación (Mendoza-Fuentes et al., 2020).

La principal diferencia entre ambos enfoques es que mientras la fisioterapia convencional se enfoca en la estructura y función corporal desde una perspectiva biomecánica, las terapias complementarias adoptan un enfoque más holístico, considerando también los aspectos emocionales, energéticos y culturales del paciente. Esta diferencia ha demostrado ser útil para ciertos pacientes con condiciones

de difícil manejo o con escasa respuesta a tratamientos farmacológicos o físicos tradicionales (Scheid & Ward, 2021).

Las terapias complementarias, como la acupuntura, moxibustión o auriculoterapia, han sido incorporadas progresivamente a protocolos de rehabilitación en distintos países, mostrando resultados prometedores en dolor lumbar, cervicalgias, fibromialgia y osteoartritis.

Estudios comparativos y metaanálisis indican que:

- La acupuntura combinada con fisioterapia mejora más rápido la movilidad y reduce más el dolor que la fisioterapia sola (Vickers et al., 2018).
- La electroacupuntura tiene un efecto analgésico superior a la TENS en ciertos casos (Lee et al., 2013).
- La moxibustión ha demostrado ser igual o más efectiva que el calor superficial convencional en el tratamiento de dolores musculares (Li et al., 2020).
- La evidencia sugiere que el enfoque integrador no reemplaza, sino complementa a la fisioterapia convencional, y puede aumentar la eficacia del tratamiento en pacientes con dolor musculoesquelético complejo.

METODOLOGIA APLICADA

Enfoque y diseño del estudio
Este estudio se inscribe dentro de un enfoque cuantitativo, longitudinal y cuasi-experimental, con un diseño pretest–postest–presttest diferido (PRE-POST-PREST), aplicado a un solo grupo sin grupo control. El diseño busca medir los efectos de la intervención a través del tiempo, observando cambios en la intensidad del dolor, la percepción del bienestar y la funcionalidad musculoesquelética antes, durante y después de la aplicación de agentes físicos y terapias complementarias.

Población y muestra
La población objetivo estará conformada por habitantes de la comunidad de Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México, con edades comprendidas entre los 40 y 65 años, que presenten algún diagnóstico relacionado con lumbalgia, cervicalgia, gonalgia (dolor de rodilla) o lesiones musculoesqueléticas crónicas o recurrentes. La selección será no probabilística por conveniencia, basada en la disposición y cumplimiento de los criterios de inclusión. Se estima una muestra de entre 10 y 20 participantes.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con diagnóstico médico de patología musculoesquelética.
- Edad entre 40 y 65 años.
- Residencia en la comunidad mencionada.
- Disponibilidad para asistir a las sesiones y evaluaciones del estudio.
- Firma del consentimiento informado.
- Criterios de exclusión:
- Presencia de enfermedades neurológicas o sistémicas que interfieran con el tratamiento.
- Uso reciente (últimas 4 semanas) de otras terapias físicas similares.
- Hipersensibilidad o contraindicación a alguno de los agentes terapéuticos propuestos.

Instrumentos de evaluación
Para la recolección de datos se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Escala Visual Análoga del Dolor (EVA): utilizada para cuantificar la intensidad del dolor percibido por el paciente antes, durante y después de la intervención.
- Cuestionario OST/BUEST/TRI: herramienta estandarizada para evaluar funcionalidad, rango de movimiento y limitaciones asociadas al sistema musculoesquelético.
- Escala de percepción del bienestar: cuestionario auto administrado que permitirá valorar el impacto subjetivo de la intervención sobre el bienestar general del paciente.

Intervención
A cada paciente se le aplicará un protocolo terapéutico que combinará técnicas de fisioterapia convencional y terapias complementarias, durante un período de tratamiento definido (por ejemplo, 3 sesiones semanales durante 4 semanas). Las técnicas empleadas serán:

- Electroterapia: aplicación de corrientes analgésicas (TENS u otras según el caso).
- Acupuntura: según los principios de la medicina tradicional china, con selección de puntos en relación con la patología tratada.
- Moxibustión: aplicada de forma directa o indirecta, según la tolerancia del paciente y la zona anatómica afectada.
- Termoterapia: mediante uso de compresas calientes o infrarrojos, según protocolo.

Procedimiento

1. Pretest (Evaluación inicial): Se aplicarán todos los instrumentos de evaluación antes de iniciar el tratamiento.
2. Intervención terapéutica: Los pacientes recibirán las sesiones programadas combinando las técnicas descritas.
3. Postest inmediato: Al finalizar el período de intervención, se aplicarán nuevamente los instrumentos de medición.
4. Prestest diferido (seguimiento): Se realizará una evaluación de seguimiento entre 2 y 4 semanas después del postest, con el fin de observar la permanencia de los efectos obtenidos.

Análisis de datos
Los datos obtenidos serán analizados mediante estadística descriptiva (medias, frecuencias y desviaciones estándar) y estadística inferencial para comparar las puntuaciones de los instrumentos en los tres momentos de medición. Se utilizarán pruebas no paramétricas como la prueba de Friedman para muestras relacionadas, o prueba de rangos con signo de Wilcoxon, de acuerdo con la distribución de los datos. El nivel de significancia se establecerá en $p < 0.05$.

El protocolo tuvo una duración de cuatro semanas debido a que este período se considera clínicamente adecuado para observar cambios significativos en las patologías mencionadas. Las intervenciones incluyen electroterapia (TENS), termoterapia superficial, moxibustión, aplicación de emplastos medicinales tradicionales, masoterapia y ejercicio terapéutico dosificado acompañado de educación postural.

RESULTADOS

Los resultados fueron favorables, en el protocolo de lumbalgia se mejora significativa en siete pacientes, destacando una reducción del dolor superior al 30% en EVA y mejora funcional; en el caso clínico de un paciente con lumbalgia crónica de más de seis años de evolución, se logró eliminar el uso de bastón tras cuatro semanas de tratamiento, además de mejorar el equilibrio y la postura.
En cervicalgia, el protocolo mostró una tasa de éxito clínico estimada entre el 90 y 99%, con disminución de dolor, inflamación y fortalecimiento muscular y en gonalgia, 14 de 15 pacientes presentaron mejoría en dolor, movilidad y funcionalidad, especialmente trabajadores del campo.

La combinación de electroterapia y moxibustión demostró un efecto sinérgico en la modulación del dolor y la sensación de bienestar general. Los pacientes manifiestan alta aceptación y satisfacción con el enfoque integrador, destacando la percepción de un tratamiento más completo y culturalmente significativo.

Los tres protocolos terapéuticos desarrollados para el abordaje de lumbalgia, cervicalgia y gonalgia han demostrado una efectividad significativa en el tratamiento de patologías musculoesqueléticas, con resultados clínicos altamente favorables en los pacientes atendidos. Su implementación en población de entre 40 y 65 años permitió observar no solo una mejoría en los síntomas principales, sino también un efecto preventivo y restaurador en diversas zonas del cuerpo.

Uno de los aspectos más relevantes hallados durante el desarrollo de esta investigación es que la fisioterapia basada en agentes físicos y la medicina tradicional china no están en oposición, sino que pueden complementarse armónicamente para potenciar los beneficios terapéuticos. La integración de técnicas como la electroterapia (TENS), la moxibustión, los emplastos medicinales artesanales, junto con el ejercicio dosificado y la educación postural, dio como resultado un tratamiento más completo y humano, ajustado a las necesidades particulares de cada paciente.

Este trabajo evidencia que la medicina tradicional china, cuando se aplica con fundamentos, conocimiento y respeto por la fisiología del cuerpo humano, puede ser una herramienta terapéutica poderosa. Asimismo, los agentes físicos aplicados por fisioterapeutas capacitados no solo intervienen en la lesión, sino que pueden ser clave en la prevención del dolor y la inflamación recurrente.

Durante el desarrollo de los protocolos, también se atendieron pacientes con otras patologías no contempladas en los objetivos iniciales, en quienes se aplicó una intervención combinada de fisioterapia y medicina tradicional china, mostrando una eficacia superior en comparación con los métodos convencionales utilizados de forma aislada.

Cabe destacar que todos los protocolos diseñados, así como los métodos y materiales utilizados, fueron revisados, evaluados y supervisados por profesionales del área de la salud, garantizando así su validez, seguridad y apego a principios éticos y clínicos.

Esta experiencia reafirma que la colaboración interdisciplinaria y el enfoque integrador representan un camino prometedor hacia una atención más eficiente, sensible y adaptada a las realidades culturales y clínicas de la población mexicana.

CONCLUSIÓN

Los protocolos terapéuticos aplicados en lumbalgia, cervicalgia y gonalgia demostraron alta efectividad clínica en adultos. La combinación de agentes físicos y medicina tradicional china potenció los beneficios analgésicos y funcionales. Este enfoque integrador resultó seguro, humano y adaptable al contexto mexicano, respaldando su viabilidad y proyección para futuras investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Melzack, R., & Wall, P. D. (2008). The Challenge of Pain (2nd ed.). Penguin Books.Base neurofisiológica del dolor y su modulación.
2. Fernández-de-las-Peñas, C., Cleland, J. A., & Dommerholt, J. (2015). Manual Therapy for Musculoskeletal Pain Syndromes: An Evidence- and Clinical-Informed Approach. Elsevier Health Sciences.Fundamento clínico de fisioterapia en el tratamiento musculoesquelético.
3. World Health Organization (WHO). (2003). Acupuncture: Review and analysis of reports on controlled clinical trials. https://apps.who.int/iris/handle/10665/42679Efectividad y seguridad de la acupuntura.
4. • Vickers, A. J., Vertosick, E. A., Lewith, G., MacPherson, H., Foster, N. E., Sherman, K. J., ... & Linde, K. (2018). Acupuncture for chronic pain: Update of an individual patient data meta analysis.The Journal of Pain, 19(5), 455–474. https://doi.org/10.1016/j.jpain.2017.11.005Meta-análisis sobre acupuntura para dolor crónico.
5. Ernst, E., & Pittler, M. H. (2006). The effectiveness of acupuncture in treating acute dental pain: A systematic review. British Dental Journal, 200(1), 43–47. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4813132Apoyo a acupuntura como terapia complementaria.
6. Cerezo-Téllez, E., Torres-Lacomba, M., et al. (2016). Effects of Dry Needling on Muscle Pain and Function in Patients with Myofascial Pain Syndrome: A Systematic Review. Pain Physician, 19(3), E221–E233.Comparación entre técnicas invasivas y no invasivas.

7. González-Trujillo, A., & Vázquez-Martínez, J. M. (2020). Uso de terapias complementarias en México: entre tradición y evidencia. Revista de Ciencias Sociales, 26(2), 158–
8. 173.Percepción cultural y aceptación de terapias integradoras en México.
9. Díaz, M. L. (2013). Medicina tradicional y complementaria: contexto y panorama en México. Salud Pública de México, 55(3), 293–294.Contexto sociocultural mexicano sobre medicina tradicional.
10. Silva, F. A., & Ferreira, A. P. (2014). Electrotherapy in rehabilitation: A review of the literature. Journal of Novel Physiotherapies, 4(2), 1–6. https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000190Fundamentos sobre el uso clínico de electroterapia.
11. Chu, E. C. P., & Wong, A. Y. L. (2016). Integrating traditional Chinese medicine into evidence based clinical practice: The role of Chinese herbal medicine in managing musculoskeletal pain. Integrative Medicine Research, 5(3), 183–189. https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.06.002 Integración de MTC con fisioterapia moderna.

ASIS-MED: ASISTENTE PARA EL CUIDADO DE ADULTOS MAYORES

Verónica Elizabeth Sánchez Flores[1], Jocelyn Román Orozco[1], Naomi Yamileth Covarrubias Cruz[1], Camila Aimee Urquieta Villaseñor[1], Fernanda Crystel Medina Lozano[1], José Antonio Torres Gastelu[2]

[1]Escuela Secundaria Técnica No 42, [2] Tecnológico Nacional de México campus Ocotlán.
Veronica.sanchez668@jaliscoedu.mx

RESUMEN

El envejecimiento poblacional plantea desafíos significativos, pues muchos adultos mayores enfrentan riesgos por errores en la toma de medicamentos[1]. Ante esto, se desarrolló un prototipo de pastillero robotizado diseñado para mejorar la autonomía mediante recordatorios precisos[2]. La investigación adoptó una metodología cualitativa y aplicada, utilizando tecnología Arduino, servomotores y sensores ultrasónicos para construir un prototipo funcional con materiales económicos. Se realizaron entrevistas con 40 adultos y en pruebas de uso con 8 adultos mayores para identificar causas de olvido y evaluar la interacción con el dispositivo. Los resultados indican que el sistema de alertas sonoras y visuales reduce eficazmente las dosis omitidas en comparación con métodos manuales. El uso de sensores de proximidad permitió asegurar que el usuario atendiera el recordatorio de forma intuitiva[3]. Se concluye que el pastillero es una herramienta de alto potencial social que favorece la adherencia al tratamiento médico y brinda tranquilidad a los cuidadores.

1.Organización Mundial de la Salud, “Medication without harm”, 2024.
2.L. Gargioni, D. Fogli, & P. Baroni, “A systematic review on pill and medication dispensers from a human-centered perspective”, Journal of Healthcare Informatics Research, Vol. 8, 2, 2024, pp. 244-285.
3.J. I. Cuevas-Chávez et al., “Desarrollo de un pastillero programable para facilitar el recordatorio de los horarios de ingesta de medicamentos controlados”, Revista Ingeniantes, Vol. 3, 1, 2024, pp. 113-114.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la esperanza de vida ha provocado un crecimiento significativo en la población adulta mayor, lo que ha generado nuevas necesidades de atención y cuidado. En muchos casos, los adultos mayores viven solos o pasan gran parte del día sin supervisión constante, lo que puede derivar en situaciones de riesgo. Este proyecto surge a partir de la observación de estas necesidades y de la intención de aplicar la robótica educativa como una herramienta de apoyo social. El objetivo general es diseñar un robot de asistencia básica que contribuya a mejorar la seguridad y calidad de vida de los adultos mayores, particularmente en apoyo en el consumo de sus medicamentos dia a dia, con la hipotesis planteada siguiente: “ El uso de un pastillero robotizado reducirá los errores de medicación (dosis olvidadas o repetidas) y mejorará la seguridad percibida en adultos mayores, en comparación con métodos de recordatorio manuales.” A partir de lo anterior se diseño con la ayuda de arduino a crear un prototipo de pastillero de una sola toma al dia, con recordatorios para los adultos mayores. Entre las limitaciones encontradas, la falta de conocimiento a la tecnología simple se puede mejorar apoyos para los adultos mayores, que permitan mejorar su vida diaria y hacerlos mas independientes.

TEORÍA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que los errores de medicación y prácticas inseguras son una causa importante de daño evitable y promueve acciones globales para reducir este problema. Medication without harm. (2026). (Gargione et al.,2024) menciona que los

dispensadores ó pastilleros con recordatorio pueden apoyar el seguimiento de la medicación y resaltan la importancia de considerar diseño y pruebas con usuarios reales.

Por otro lado Cuevas-Chávez et al. (2024) realizo un diseño dispensador programable para ayuda de adultos mayores, impulsado por servomotores, alarmas visuales y auditivas con la integración de una pantalla LCD, mejorando la ingesta de los medicamentos mejorando la calidad de los adultos mayores.

PARTE EXPERIMENTAL

La realización de este proyecto es importante porque atiende una problemática social real y frecuente: muchos adultos mayores olvidan tomar sus medicamentos a tiempo, confunden dosis o requieren supervisión constante, lo que puede provocar complicaciones de salud y aumentar la carga de quienes los cuidan. Al desarrollar un pastillero robotizado, se propone una solución preventiva y práctica que favorece la adherencia al tratamiento, la seguridad en el hogar y la autonomía de la persona mayor, especialmente en contextos donde el acceso a atención continua es limitado.

Además, el proyecto permite que apliquemos conocimientos de robotica, asi como la metodologia aprendizaje servicio del campo formativo de lo humano a lo comunitario en un contexto auténtico, pasando de la teoría a la acción: análisis del problema, diseño de prototipos, programación, integración de sensores/actuadores, pruebas y mejora iterativa con retroalimentación.

El proyecto se fundamenta en principios de la robótica asistencial y en la necesidad de impulsar soluciones accesibles y replicables, evidenciando que la robótica no solo es para entornos industriales o de alto costo, sino que también puede convertirse en una herramienta de apoyo para sectores vulnerables, como lo son los adultos myores. Bajo este enfoque, se prioriza la facilidad de uso (señales visuales como el led y como las sonoras claras), la confiabilidad y, de ser posible, el aprovechamiento de materiales económicos o reciclables, promoviendo un impacto positivo tanto en la salud como en la equidad.

El **problema** identificado es : ¿El pastillero robotizado reduce los errores de medicación (dosis omitidas o repetidas) en adultos mayores en comparación con un método manual?

En adultos mayores de ocotlan jalisco se observan olvidos y errores frecuentes al momento de tomar medicamentos, lo que incrementa riesgos para la salud y la necesidad de supervisión. Ante esta situación, se plantea investigar si un pastillero robotizado con recordatorios puede disminuir dichos olvidos y errores comparado con un método tradicional.

De acuerdo con el enfoque cualitativo de esta investigación, no se utilizará se establecerá un supuesto metodológico que guiará la recolección e interpretación de la información. Este supuesto permitirá comprender cómo los adultos mayores viven el proceso de toma de medicamentos, qué factores influyen en los olvidos y errores, y de qué manera el uso del pastillero robotizado puede apoyar la organización, el recordatorio y la reducción de confusiones en su rutina diaria.

Supuesto metodológico o Preguntas de investigación

Se realizarón algunas preguntas en entrevistas a adultos mayores para determinar la necesidad exacta en la elaboración del proyecto.

1. ¿Cuáles son las situaciones más comunes en las que ocurren olvidos o errores (horarios, dosis, confusión de pastillas) y por qué suceden según los adultos mayores?
2. ¿Qué estrategias usan actualmente para recordar y organizar su medicación (notas, familiares, alarmas, rutina) y qué limitaciones tienen esas estrategias.
3. ¿Qué elementos del prototipo consideran que ayudan más a reducir olvidos y errores (alerta sonora, luz, compartimentos, guía de dosis, horarios)?

4. ¿Qué barreras o dificultades aparecen al usarlo (audición/visión, botones, miedo a fallar, configuración, mantenimiento)?
5. ¿Qué cambios perciben en su tranquilidad, autonomía y seguridad al tomar medicamentos con el prototipo?

Objetivos (general y específicos)

Objetivo General: Analizar, desde la perspectiva de los adultos mayores cómo un pastillero robotizado con recordatorios puede ayudar a disminuir los olvidos y errores en la toma de medicamentos.

Objetivos Especificos:

1. Identificar las principales causas percibidas de olvidos y errores (dosis omitidas, repetidas o fuera de horario) en adultos mayores que toman medicamentos en casa.
2. Describir las opciones actuales que emplean para organizar y recordar su medicación (rutinas, apoyos familiares, notas, alarmas, etc.) y sus limitaciones.
3. Explorar la experiencia de uso del pastillero uso de sensores, actuadores y material para construcción.
4. Armar las conexiones y el cascaron del pastillero
5. Realizar programación para su funcionamiento de los sensores y actuadores.
6. Realizar pruebas
7. Proponer mejoras de diseño y funcionamiento del pastillero robotizado

RESULTADOS

El proyecto se realizo mendiante un estudio cualitativo y aplicado, porque nuestro objetivo principales entender experiencias reales: cómo se sienten, qué les cuesta y qué les ayuda al tomar sus medicamentos con apoyo del prototipo, para esto se considero las aportaciones de 8 adultos mayores quieres fueron los que probaron el prototipo. Asi mismo se realizaron entrevistas semiestructurales para obtener información sobre las causas del porque se les olvida tomarse sus mediamentos, ¿Cómo se organizan para tomarlos?, ¿Qué pasa si no se las tomas en tiempo y forma?, y tambien realizamos tecnicas de observación para ver como interactuan con el prototipo y sus acciones. Además se realizaron pruebas de alarmas, compartimentos y las prubeas cuando no se toman el medicamento.

En la figura 1 se muestra el prototipo inicial donde se muestran las conexión electronicas asi como el suo de sensores y actuadores.

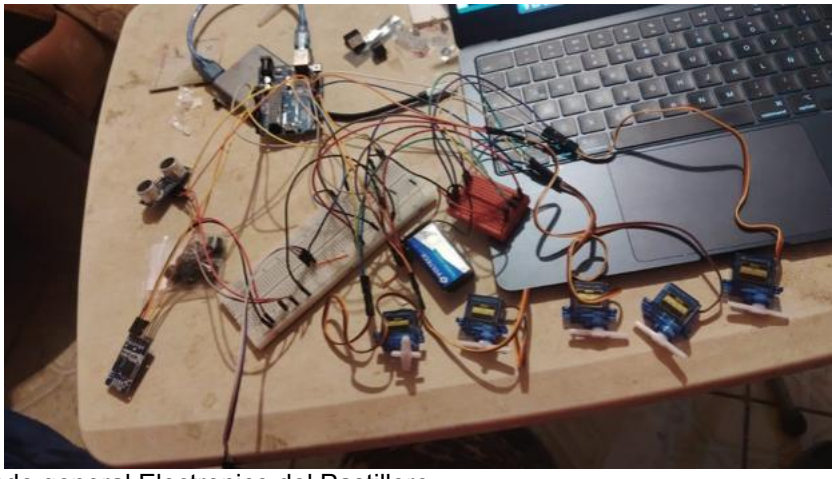


Figura 1. Armado general Electronico del Pastillero

En la figura 2, se muestra el armado del cascaron del pastillero, donde se utilizo carton, cotonetes para los recuadros de los servomotores, para los compartimentos del pastillero.



Figura 2 Armado general de la carcasa del Pastillero.

Ademas en la figura 3 se muestra una parte del codigo en donde muestra en el pastillero si el adulto mayor se acerca a tomar el medicamento, y en caso contrario, emite un sonido y enciende un led, y solo se apagara hasta que el adulto preciose un boton y se acerce al pastillero, usando un sensor ultrasonico.

```
// Si alarma activa: buzzer + confirmación
if (alarmaActiva) {
  // Buzzer bip bip
  if (millis() - tBuzzer >= 250) {
    tBuzzer = millis();
    buzzerEncendido = !buzzerEncendido;
    digitalWrite(PIN_BUZZER, buzzerEncendido ? HIGH : LOW);
  }

  // Confirmar por botón
  if (botonPresionado()) {
    Serial.println("Confirmacion por BOTON.");
    apagarAlarmaYMarcar();
    delay(300);
    return;
  }

  // Confirmar por cercanía
  if (millis() - tSensor >= 300) {
    tSensor = millis();
    float d = medirDistanciaCM();
    if (d <= UMBRAL_CERCANIA_CM) {
      Serial.println("Confirmacion por CERCANIA.");
      apagarAlarmaYMarcar();
      return;
    }
```

Figura 3 Código de programacion para los avisos de la toma diaria

Basandonos en las entrevisas y las observaciones realizados, notamos situaciones sobre el que no escucho su alarma de reloj,, se confundio de compartimiento, solicito ayuda y no la obtuvo de la cual se enfoco a la realizacion del prototipo del pastillero, por lo que bajo esa información se desarrollo el prototipo que ahora se presenta, pero despues de su uso y observar a los participantes se proponen los siguientes trabajos futuros.

Pensamos realizar mejoras, como botones mas grandes, y con etiquetas para que sea de facil visualización, ademas un bloqueo al compartimento, si es posible tambien se pinesa agregar avisos por medio de SMS cuando se detecta que olvido tomarse el medicamento, o por medio de una APP para que sus cuidadores puedan estar al pendiente.

CONCLUSIONES

En conclusión, creemos que proyecto busca ayudar a resolver un problema real: los olvidos y errores en la toma de medicamentos en adultos mayores.

Proponemos un pastillero robotizado porque puede dar recordatorios y guiar una sola toma al día, lo cual ayuda a organizarse mejor y a disminuir confusiones. Además, al escuchar a los adultos mayores y observar cómo lo usan, podemos mejorar el diseño para que sea más claro, seguro y fácil. Este tipo de soluciones se relaciona con la seguridad de los medicamentos y con la importancia de diseñar tecnología centrada en las personas, lo que impacta directamente en los ODS 3 salud y bienestar porque busca apoyar tratamientos y reducir riesgos en casa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gargioni, L., Fogli, D., & Baroni, P. (2024). A systematic review on pill and medication dispensers from a human-centered perspective. Journal of Healthcare Informatics Research, 8(2), 244–285. https://doi.org/10.1007/s41666-024-00161-w
2. Cuevas-Chávez, J. I., Lúa Madrigal, O., González Ponce, C. F., Sánchez-Salazar, A. A., & Tecnológico Nacional de México. (2024). Desarrollo de un pastillero programable para facilitar el recordatorio de los horarios de ingesta de medicamentos controlados. In Revista Ingeniantes (Vol. 3, Issue 1, pp. 113–114) [Journalarticle]. https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes11no1vol3/15.pdf
3. Organización Mundial de la Salud (2024). https://www.who.int/initiatives/medication-without-harm

REVISIÓN DE LAS LIMITACIONES EN LOS ACTUALES MEDICAMENTOS UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD DEL ALZHEIMER

Mayra Gladín Landín[1], Raúl Adrián Martínez Orozco[1], Deisy Gasca Martínez[2], Hiram Hernández López[1]

[1]Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ciencias Químicas, Maestría en Ciencia y Tecnología Química, Zacatecas, México, [2] Unidad de Análisis Conductual, Instituto de Neurobiología, Campus UNAM, Querétaro, México.

38192733@uaz.edu.mx

RESUMEN

La enfermedad del Alzheimer (EA) es una patología neurodegenerativa que afecta principalmente a personas mayores de 65 años, es la principal causa de demencia a nivel mundial afectando a más de 57 millones de personas, siendo una de las principales causas de muerte en el mundo, situada aproximadamente en el séptimo lugar, lo que representa uno de los mayores desafíos sanitarios en la actualidad[1]. A pesar de los avances destinados para comprender su fisiopatología, los tratamientos actuales presentan limitaciones importantes tanto en el diagnóstico temprano como en la efectividad terapéutica. Analizar críticamente estas estrategias resulta indispensable para identificar oportunidades de mejora. Se realizó una revisión bibliográfica científica enfocada en los tratamientos terapéuticos actuales para el Alzheimer aprobados por la FDA, se incluyeron estudios clínicos, reportes y artículos científicos sobre los tratamientos con anticuerpos monoclonales dirigidos a la inhibición de la proteína beta-amiloide (Aβ), los inhibidores de colinesterasa y la memantina dirigida a la regulación de glutamato. El análisis mostró que los tratamientos terapéuticos con anticuerpos monoclonales como el donanemab y el lecanemab presentaron una reducción en la agregación de la Aβ en neuroimagen, sin embargo dicha mejoría es limitada, además de presentar efectos adversos como las anomalías de imagen relacionadas con la inmunidad (ARIA), que incluye endema cerebral (ARIA-E) y microhemorragias (ARIA-H), el donanemab afectó al 37.9 % de los pacientes, con tres muertes relacionadas con el tratamiento que fueron atribuidas a las complicaciones de ARIA; lecanemab afectó al 21.5 % de los pacientes, interrumpiendo el tratamiento en algunos casos, además de presentar riesgo de sangrado al ser combinado con anticoagulantes[2]. Por otro lado, los inhibidores de colinesterasa (donepezilo, rivastigmina y galantamina) y la memantina solo aliviaron los síntomas de manera temporal, sin tener un impacto significativo en la progresión neurodegenerativa, sus principales efectos adversos son náuseas, diarrea, vómito, cefalea, anorexia y mareos[3]. Además, los altos costos disminuyen su accesibilidad, de igual manera, otra limitante es su implementación en etapas avanzadas de la enfermedad, cuando el daño neuronal es grave e irreversible. A partir de este análisis, se propone una posible mejora en el tratamiento del Alzheimer que contemple un enfoque multifuncional, es decir, tratamientos dirigidos a múltiples dianas terapéuticas, incluyendo la reducción de la proteína tau hiperfosforilada y procesos inflamatorios, y con estrategias de detección temprana, como podría ser el uso de biomarcadores accesibles que permitieran iniciar el tratamiento en fases preclínicas, cuando la intervención podría tener un mayor impacto neuroprotector. En conclusión, aunque los tratamientos actuales del Alzheimer han tenido avances importantes, sus limitaciones en eficacia, seguridad y accesibilidad demuestran la necesidad de replantear el abordaje terapéutico. Un modelo basado en intervención temprana y tratamientos multifuncionales podrían mejorar significativa del curso de la enfermedad.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad del Alzheimer (EA) es una patología neurodegenerativa, que afecta principalmente a personas adultas mayores de 65 años, es la principal causa de demencia a nivel mundial afectando a más de 57 millones de personas, siendo una de las principales causas de muerte en el mundo, situada aproximadamente en el séptimo lugar; dicha enfermedad se caracteriza por el deterioro

gradual de la memoria, las funciones cognitivas, el lenguaje y la capacidad para realizar actividades de la vida cotidiana[1]. Desde el punto de vista neuropatológico el Alzheimer se asocia con la acumulación extracelular de placas Aβ y la formación intracelular de ovillos neurofibrilares constituidos por proteínas tau hiperfosforiladas, lo que conduce a la pérdida sináptica y neuronal[4].
Una de las teorías más estudiadas para explicar su fisiopatología es la hipótesis de cascada amiloide, este propone que la acumulación anormal de la proteína Aβ en el cerebro constituye el evento inicial que desencadena una serie de procesos incluyendo inflamación, estrés oxidativo, alteraciones sinápticas y formación de ovillos neurobifrilares, culminando en la neurodegeneración y deterioro cognitivo, esta hipótesis ha sido la base para el desarrollo de las terapias dirigidas a reducir y/o eliminar los depósitos de Aβ cerebral[1,5].

Por otra parte, la hipótesis colinérgica plantea que la mayoría de los síntomas cognitivos observados en el Alzheimer se deben a una disminución de la neurotransmisión colinérgica, especialmente por la pérdida de neuronas productoras de acetilcolina en regiones cerebrales relacionadas con el aprendizaje y la memoria, en consecuencia se produce una reducción de los niveles de acetilcolina, neurotransmisor fundamental para los procesos cognitivos, de la misma manera, esta teoría constituye la base de los tratamientos sintomáticos utilizados[1,6].

Actualmente, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) ha aprobado diversos tratamientos para tratar le enfermedad de Alzheimer, los fármacos sintomáticos fueron los primeros en salir al mercado, que incluye el donepezilo, rivastigmina, galantamina y memantina, aprobados en los años 1996, 2000, 2001 y 2003, respectivamente. Recientemente, se han aprobado terapias modificadoras de la enfermedad como lecanemab y donanemab, que fueron aprobadas en el 2023 y 2024, respectivamente. A pesar de los avances destinados para comprender su fisiopatología, los tratamientos actuales presentan limitaciones importantes tanto en el diagnóstico temprano como en la efectividad terapéutica. Analizar críticamente estas estrategias resulta indispensable para identificar oportunidades de mejora.

TEORÍA

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática siguiendo las cuatro etapas de la metodología PRISMA: identificación, selección, elegibilidad e inclusión[7].

En la etapa de identificación se efectuó una búsqueda en las bases de datos Google Académico, PubMed y Elsevier, utilizando palabras clave como “Alzheimer”, “tratamientos”, “limitaciones” y “efectos secundarios”. Se recopilaron 10 documentos sobre los tratamientos terapéuticos actuales para la enfermedad de Alzheimer aprobados por la FDA. Se incluyeron estudios clínicos, reportes y artículos científicos enfocados en los tratamientos con anticuerpos monoclonales dirigidos a la inhibición de la proteína Aβ, los inhibidores de colinesterasa y reguladores de glutamato.

En la etapa de selección se revisaron los títulos y resúmenes de los 10 documentos identificados para determinar el cumplimiento de los criterios de inclusión, se consideraron elegibles únicamente aquellos estudios que abordaran al menos uno de los siguientes criterios: 1) que los documentos reportaran efectos adversos de los tratamientos para el Alzheimer aprobados por la FDA, y 2) que discutieran sus limitaciones terapéuticas. Se excluyeron los trabajos que no cumplieron con al menos uno de estos aspectos.

Posteriormente, en la etapa de elegibilidad, se realizó la lectura completa de los documentos seleccionados para confirmar el cumplimiento de los criterios de inclusión y evaluar su calidad metodológica.
Finalmente, en la etapa de inclusión, se integraron los estudios que cumplieron con todos los criterios establecidos.
El periodo de búsqueda de esta investigación abarcó de 2016 a 2026.
En la Ilustración 1 se detalla el número de registros identificados, excluidos y finalmente incluidos en cada etapa de la revisión sistemática.

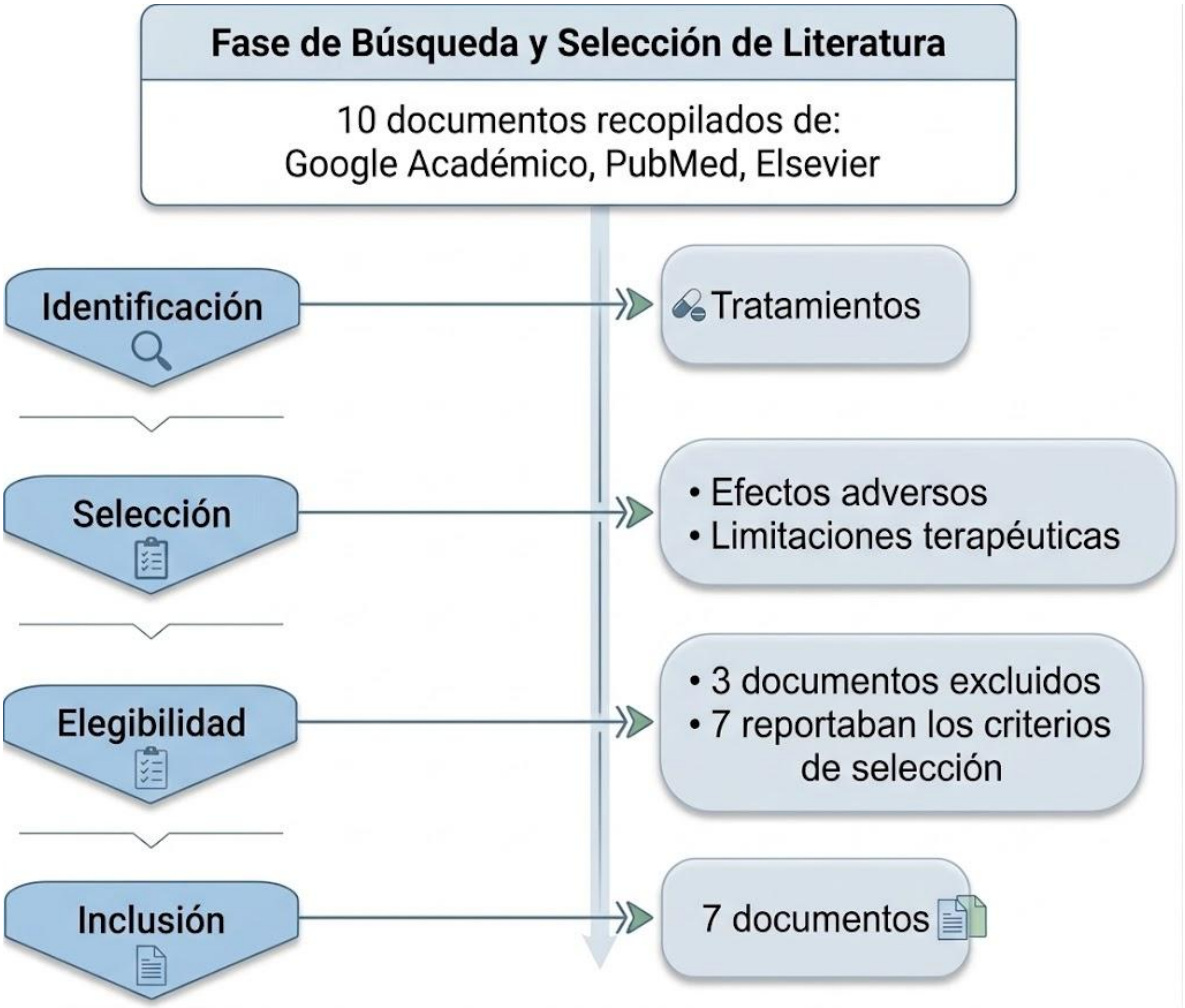


Ilustración 5. Diagrama de revisión bibliográfica sistemática. (Fuente: Modificado de Moher et al. y Mengist et al.[8,9])

RESULTADOS

El análisis mostró que los tratamientos terapéuticos con anticuerpos monoclonales como el donanemab y el lecanemab presentaron una reducción en la agregación de la Aβ en neuroimagen, sin embargo dicha mejoría es limitada, además de presentar efectos adversos como las anomalías de imagen relacionadas con la inmunidad (ARIA por sus siglas en inglés), que incluye endema cerebral (ARIA-E) y microhemorragias (ARIA-H), la mayoría de los casos fueron asintomáticos, mientras que los casos sintomáticos de ARIA variaban entre el 6.1 % y el 39.3 %, dichos síntomas son dolor de cabeza, mareos, náuseas, confusión y cambios de visión; el donanemab afectó al 37.9 % de los pacientes tratados, con tres muertes relacionadas con el tratamiento que fueron atribuidas a las complicaciones de ARIA; lecanemab afectó al 21.5 % de los pacientes tratados, interrumpiendo el tratamiento en algunos casos, además de presentar riesgo de sangrado al ser combinado con anticoagulantes, también, los pacientes pueden presentar reacciones relacionadas con la infusión[2,10], además, estos dos medicamentos pueden presentar otros síntomas clínicos como dolor de cabeza, mareos, desorientación, déficits neurológicos focales, trastornos de movimiento y en algunos casos convulsiones[11].

Por otro lado, los inhibidores de colinesterasa como el donepezilo, rivastigmina y galantamina solo aliviaron los síntomas de manera temporal, sin tener un impacto significativo en la progresión neurodegenerativa, sus principales efectos adversos son síntomas gastrointestinales como náuseas, diarrea, vómito y anorexia, pérdida de apetito y calambres musculares[3,10,11].

Del mismo modo, los antagonistas de los receptores NMDA o también conocidos como reguladores de glutamato como la memantina, no detienen el deterioro cognitivo y sus efectos terapéuticos son temporales, sus principales efectos adversos son cefalea leve, mareos, estreñimiento, infecciones urinarias y agitación[3,10].

Además, los altos costos disminuyen su accesibilidad, por ejemplo, para el 2023 en México el costo per cápita rondaba entre más de los ciento cincuenta mil pesos mexicanos[12], de igual manera, otra limitante es su implementación en etapas avanzadas de la enfermedad, cuando el daño neuronal es grave e irreversible.

CONCLUSIONES

Aunque los tratamientos actuales para la enfermedad de Alzheimer han tenido avances importantes, sus limitaciones en eficacia, seguridad y accesibilidad demuestran la necesidad de replantear el abordaje terapéutico. Un modelo basado en intervención temprana y tratamientos multifuncionales podrían mejorar significativa del curso de la enfermedad. A partir de este análisis, se propone una posible mejora en el tratamiento del Alzheimer que contemple un enfoque multifuncional, es decir, tratamientos dirigidos a múltiples dianas terapéuticas, incluyendo la reducción de la proteína tau hiperfosforilada y procesos inflamatorios, y con estrategias de detección temprana, como podría ser el uso de biomarcadores accesibles que permitieran iniciar el tratamiento en fases preclínicas, cuando la intervención podría tener un mayor impacto neuroprotector.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Demencia [Internet]. 2025 Mar 31.
2. Rajanna S, Gundale PP, Dev Mahadevaiah A. Advancements in the treatment of Alzheimer's disease: A comprehensive review. Dement Neuropsychol. 2025;19: e20240204.
3. Roberson ED. Tratamiento de los trastornos degenerativos del sistema nervioso central. En: Brunton LL, Hilal-Dandan R, Knollmann BC, editores. Goodman & Gilman: Las bases farmacológicas de la terapéutica. 13a ed. New York: McGraw-Hill Education; 2018. pp. 333-334.
4. Gómez-Virgilio, L., Reyes-Gutiérrez, G. S., Silva-Lucero, M. del C., López-Toledo, G., & Cárdenas-Aguayo, M. del C. Etiología, factores de riesgo, tratamientos y situación actual de la enfermedad de Alzheimer en México. Gaceta medica de Mexico, 2022. 158(4).
5. Afsar, A., Chacon Castro, M. D. C., Soladogun, A. S., & Zhang, L. Recent Development in the Understanding of Molecular and Cellular Mechanisms Underlying the Etiopathogenesis of Alzheimer's Disease. International journal of molecular sciences, 2023. 24(8), 7258.
6. Harald Hampel, M.-M. Mesulam, A.C. Cuello, A.S. Khachaturian, A. Vergallo, M.R. Farlow, P.J. Snyder, E. Giacobini, Z.S. Khachaturian, Revisiting the Cholinergic Hypothesis in Alzheimer's Disease: Emerging Evidence from Translational and Clinical Research, The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease, Volume 6, Issue 1, 2019, pp 2-15, ISSN 2274-5807.
7. Wondimagegn Mengist, Teshome Soromessa, Gudina Legese, Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research, MethodsX, 2020, Volume 7,100777, ISSN 2215-0161.
8. D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D.G. Altman, Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement, Int. J. Surg. 2010, 8 (5) 336–341.
9. W. Mengist, T. Soromessa, G. Legese, Ecosystem services research in mountainous regions: a systematic literature review on current knowledge and research gaps, Sci. Total Environ, 2019, 702 134581.
10. Alzheimer´s Association. Tratamientos e investigación. Alzheimer´s Association, 2026.

11. Qi, X., Nizamutdinov, D., Yi, S. S., Wu, E., & Huang, J. H. Disease Modifying Monoclonal Antibodies and Symptomatic Pharmacological Treatment for Alzheimer's Disease. Biomedicines, 2024, 12(11), 2636.
12. López-Ortega, M., Torres-Castro, S., Gutiérrez-Robledo, L. M., & Guzmán, A. Costos asociados a la atención de personas con demencia en residencias para personas mayores. Revista Salud y Bienestar Social ISSN: 48-767], 2025, 9(1), 41-55.

ADOPCIÓN DEL ROL MATERNO Y SU RELACIÓN CON EL CONFORT NEONATAL EN MADRES ADOLESCENTES PRIMÍPARAS

Britny Hernández Ángeles, Juana Maygualidia Aguilar Gutiérrez, José Arias Rico, Cristian Amaury Revoreda Montes, Olga Rocío Flores Chávez y Diana Laura Molina Avilez

Universidad Autónoma de Hidalgo
juana_aguilar@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La maternidad en adolescentes constituye un escenario complejo, social y desafiante, que puede afectar de manera significante el proceso de adopción del rol materno y, en consecuencia, el bienestar del recién nacido. La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la relación entre el nivel de adopción del rol materno y el nivel de confort neonatal en madres adolescentes primíparas atendidas en una unidad de segundo nivel en Hidalgo, México. Se realizó con un enfoque cuantitativo, de tipo relacional y transversal, con una muestra de 32 madres seleccionadas mediante muestreo por conveniencia. Para evaluar las variables, se emplearon la Escala de Adopción del Rol Materno y la Escala de Confort Neonatal, instrumentos validados y confiables. Los resultados revelaron una correlación negativa significativa ($\rho = -0.57$; $p < 0.001$), indicando que mientras mayor es la adopción del rol materno, mayor es el confort que experimentan los neonatos. La mayoría de las madres mostró niveles moderados a altos en el ejercicio del rol, y sus hijos, niveles de confort que oscilaron entre medio y alto, evidenciando una tendencia favorable entre la participación maternal y el bienestar neonatal. Este hallazgo respalda las teorías, como la de Mercer (2004), que sugieren que una adecuada adopción del rol materno, fortalecida por la interacción, confianza y apoyo, promueve prácticas de cuidado más efectivas y favorece el confort del recién nacido. Asimismo, se plantea que fortalecer las competencias maternas mediante intervenciones educativas y de apoyo emocional puede mejorar los resultados de salud neonatal, especialmente en madres adolescentes vulnerables debido a factores socioeconómicos, culturales y emocionales. Aunque el análisis estadístico mostró una relación estadísticamente significativa, el tamaño de muestra limita la generalización de los hallazgos; no obstante, la tendencia indica que promover el rol materno puede ser un factor protector y de mejora en el bienestar neonatal. La evidencia sugiere que los programas de atención deben considerar aspectos sociales y emocionales, además de los técnicos, para apoyar a estas madres en la consolidación de su rol, lo cual impactará positivamente en la salud y confort de sus hijos. Por tanto, es fundamental que los servicios de salud implementen estrategias integrales que incluyan capacitación, acompañamiento psicológico y fortalecimiento de redes de apoyo familiar y social. En conclusión, una mayor adopción del rol materno en madres adolescentes se asocia con mejores niveles de confort neonatal, lo que resulta esencial para reducir complicaciones y promover una maternidad saludable.

INTRODUCCIÓN

La maternidad constituye una transición compleja que implica cambios emocionales, físicos y sociales en la vida de la mujer. Cuando este proceso ocurre durante la adolescencia, adquiere mayor relevancia debido a las condiciones propias de esta etapa del desarrollo, caracterizada por la construcción de la identidad, la dependencia social y la consolidación de proyectos de vida. En este contexto, la adopción del rol materno representa un proceso progresivo mediante el cual la mujer desarrolla habilidades, seguridad y confianza para el cuidado de su hijo.

Desde la perspectiva de la enfermería, Ramona Mercer plantea que la adopción del rol materno no ocurre de manera inmediata, sino a través de un proceso dinámico influido por la interacción madre-hijo, el apoyo social y las experiencias de cuidado. La consolidación de este rol favorece prácticas

maternas más sensibles y adecuadas a las necesidades del recién nacido, contribuyendo al bienestar neonatal.

El confort neonatal se define como el estado de bienestar físico y emocional del recién nacido, determinado por la estabilidad fisiológica, la ausencia de dolor y la adecuada adaptación al entorno. Factores como el contacto materno, la alimentación, el vínculo afectivo y la calidad del cuidado influyen directamente en este proceso. En neonatos hospitalizados, especialmente hijos de madres adolescentes primíparas, el confort puede verse afectado por la inseguridad materna, el escaso apoyo social y la limitada experiencia en el cuidado neonatal.

A nivel mundial, el embarazo adolescente continúa siendo un problema de salud pública debido a las repercusiones biológicas, psicológicas y sociales que genera tanto en la madre como en el recién nacido. En México, esta problemática persiste principalmente en contextos de vulnerabilidad social, donde las adolescentes enfrentan mayores dificultades para desarrollar adecuadamente el rol materno y responder a las necesidades de sus hijos.

Aunque existen investigaciones relacionadas con la adopción del rol materno y el confort neonatal, la evidencia científica que analiza la relación entre ambas variables en madres adolescentes primíparas continúa siendo limitada, particularmente en contextos hospitalarios de segundo nivel de atención en el estado de Hidalgo. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre la adopción del rol materno y el nivel de confort neonatal en madres adolescentes primíparas atendidas en una unidad hospitalaria de segundo nivel de atención, con la finalidad de generar evidencia que contribuya al fortalecimiento de las intervenciones de enfermería neonatal dirigidas al binomio madre-hijo.

DESARROLLO TEÓRICO

La adopción del rol materno constituye un proceso dinámico mediante el cual la mujer desarrolla habilidades, seguridad y confianza para asumir el cuidado de su hijo. Ramona Mercer plantea que este proceso no ocurre de manera inmediata, sino que se construye progresivamente a través de la interacción madre-hijo, las experiencias de cuidado y el apoyo social recibido (Mercer, 2004). Desde esta perspectiva, la maternidad representa una transición evolutiva que implica cambios emocionales, físicos y sociales en la vida de la mujer.

Mercer describe que la adopción del rol materno atraviesa diferentes etapas que inician durante el embarazo y continúan después del nacimiento. Durante este proceso, la madre aprende a interpretar las necesidades fisiológicas y emocionales del recién nacido, desarrollando conductas orientadas a la alimentación, protección, confort y estimulación del neonato (Naranjo, 2023). Asimismo, la consolidación del rol materno favorece el establecimiento de vínculos afectivos seguros y el fortalecimiento de la confianza materna para el cuidado del hijo.

De acuerdo con Mercer (2004), diversos factores influyen en la adopción del rol materno, entre ellos la madurez emocional, el apoyo familiar, la relación de pareja, las experiencias previas y el contexto sociocultural. En madres adolescentes, estas condiciones adquieren mayor relevancia debido a que la maternidad ocurre durante una etapa caracterizada por cambios en la identidad personal y dependencia social. Estudios recientes reportan que las madres adolescentes presentan mayores dificultades para consolidar el rol materno debido a la inseguridad emocional, el bajo nivel educativo y el limitado apoyo social (Ortiz et al., 2024; Garrido & Marchán, 2024).

La teoría de los sistemas ecológicos de Bronfenbrenner complementa la comprensión de este fenómeno al señalar que el desarrollo materno y las prácticas de cuidado están influenciados por distintos niveles del entorno: microsistema, mesosistema y macrosistema (Bronfenbrenner & Morris, 2006). El microsistema comprende la relación directa entre la madre y el recién nacido; el mesosistema integra la interacción con instituciones como la familia y los servicios de salud; mientras

que el macrosistema engloba factores culturales, sociales y económicos que condicionan la experiencia materna. Estos elementos pueden favorecer o dificultar la adaptación de la adolescente al rol materno.

Por otra parte, el confort neonatal se define como el estado de bienestar físico y emocional del recién nacido, caracterizado por estabilidad fisiológica, ausencia de dolor y adecuada adaptación al entorno (Bosch et al., 2020). Katharine Kolcaba, mediante su teoría del confort, señala que el bienestar depende de la satisfacción de necesidades físicas, emocionales y ambientales, las cuales permiten mantener equilibrio y seguridad en el individuo (Kolcaba, 2021).

En el neonato, factores como la temperatura ambiental, el control del ruido, la alimentación, el posicionamiento y el contacto piel a piel influyen directamente en su nivel de confort (Rodríguez et al., 2025). Particularmente en unidades hospitalarias, el recién nacido puede estar expuesto a estímulos estresantes que afectan su estabilidad fisiológica y emocional, por lo que los cuidados humanizados y el acompañamiento materno adquieren gran relevancia para disminuir el estrés neonatal y favorecer el bienestar integral.

Diversas investigaciones han señalado que la participación de la madre en el cuidado neonatal contribuye significativamente al confort del recién nacido. Gibson (2021) identificó que las madres que reciben acompañamiento y orientación por parte del personal de salud logran una mejor adaptación al rol materno y establecen interacciones más positivas con sus hijos hospitalizados. Asimismo, Barrera (2022) reportó que los cuidados orientados al confort neonatal favorecen el desarrollo y estabilidad fisiológica del neonato, especialmente en contextos hospitalarios.

La relación entre la adopción del rol materno y el confort neonatal puede comprenderse desde una visión integral del cuidado. Una madre que desarrolla confianza y seguridad en su rol es capaz de identificar oportunamente las necesidades de su hijo y responder de manera sensible y efectiva a ellas, favoreciendo su estabilidad fisiológica y emocional (Mercer, 2018; Kolcaba, 2021). En este sentido, el fortalecimiento del rol materno representa una estrategia fundamental para la enfermería neonatal, particularmente en madres adolescentes primíparas que requieren apoyo educativo, emocional y social durante el proceso de transición a la maternidad

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, de tipo relacional y de corte transversal, cuyo propósito fue analizar la relación entre la adopción del rol materno y el nivel de confort neonatal en madres adolescentes primíparas atendidas en una unidad hospitalaria de segundo nivel de atención del estado de Hidalgo, México.

La población de estudio estuvo conformada por madres adolescentes primíparas y sus respectivos neonatos hospitalizados durante el periodo de recolección de datos. La muestra estuvo integrada por 32 madres adolescentes primíparas, seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando a aquellas participantes que cumplieron con los criterios de inclusión y aceptaron participar voluntariamente en la investigación.

Se incluyeron madres adolescentes de entre 13 y 19 años, primíparas, con neonatos sanos de ambos sexos y que firmaron el consentimiento informado. Se excluyeron madres con alteraciones cognitivas, psicosociales o condiciones médicas que limitaran su participación, así como neonatos con patologías congénitas o que requirieran cuidados intensivos especializados.

Para la recolección de los datos se utilizaron dos instrumentos validados. El primero fue la Escala de Adopción del Rol Materno desarrollada por Garrido y Marchán (2011) y adaptada al contexto mexicano por Santos et al. (2021). Este instrumento está conformado por 54 reactivos tipo Likert

distribuidos en los constructos de microsistema, mesosistema y macrosistema derivados de la teoría de Ramona Mercer. La escala reporta una confiabilidad adecuada con un alfa de Cronbach de 0.824.

El segundo instrumento correspondió a la Escala de Confort Neonatal, utilizada para valorar el bienestar fisiológico y emocional del recién nacido mediante parámetros relacionados con estado de alerta, respuesta respiratoria, llanto, movimientos físicos, tono muscular y tensión facial.

PROCEDIMIENTO

Posteriormente a la autorización institucional y aprobación por parte del comité correspondiente, se realizó el acercamiento con las madres adolescentes primíparas dentro de la unidad hospitalaria. A cada participante se le explicó el objetivo de la investigación, los procedimientos a realizar y las consideraciones éticas relacionadas con la confidencialidad y el carácter voluntario de su participación. Una vez aceptada su colaboración, se procedió a la firma del consentimiento informado.

La aplicación de los instrumentos se llevó a cabo de manera individual en un espacio proporcionado por la institución de salud, procurando mantener condiciones adecuadas de privacidad y comodidad para las participantes. En primer lugar, se aplicó la Escala de Adopción del Rol Materno a las madres adolescentes primíparas; posteriormente, se realizó la valoración del confort neonatal mediante observación directa del recién nacido utilizando la Escala de Confort Neonatal.

La información obtenida fue organizada en una base de datos electrónica para su análisis estadístico. Se empleó estadística descriptiva mediante frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión. Asimismo, se realizaron pruebas de normalidad para identificar el comportamiento de las variables. Debido a que los datos presentaron distribución no normal y correspondieron a variables ordinales, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para determinar la relación entre la adopción del rol materno y el confort neonatal, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 32 madres adolescentes primíparas y sus respectivos neonatos atendidos en una unidad hospitalaria de segundo nivel de atención del estado de Hidalgo. Respecto a las características sociodemográficas, predominó el grupo de adolescentes entre 17 y 19 años, con escolaridad de nivel secundaria y preparatoria. La mayoría de las participantes se dedicaban al hogar y se encontraban en unión libre (tabla1).

Tabla 1
Características sociodemográficas de las madres adolescentes primíparas

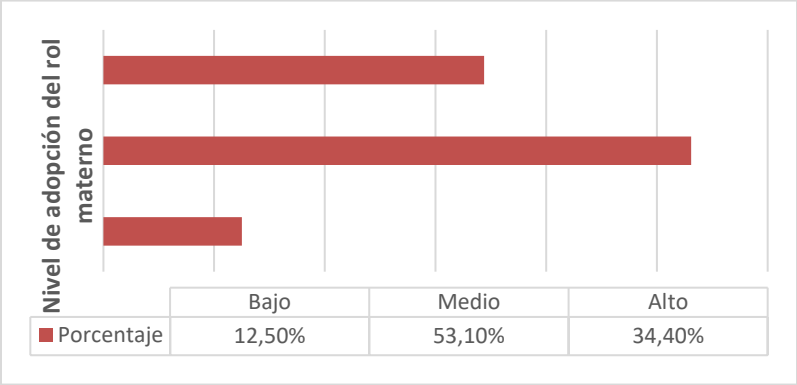
Variable	n	Porcentaje
Edad de 13 a 16 años	11	34.4%
Edad de 17 a 19 años	21	65.6%
Secundaria	15	46.9%
Preparatoria	13	40.6%
Unión libre	18	56.3%
Soltera	10	31.3%
Hogar	19	59.4%
Estudiante	9	28.1%

Fuente: Instrumento de variables sociodemográficas, 2026.

En relación con la adopción del rol materno, los resultados mostraron predominio de niveles medios y altos en los constructos evaluados. El microsistema presentó mayores puntuaciones en comparación con el mesosistema y macrosistema, evidenciando una adecuada interacción afectiva entre la madre y el recién nacido, así como conductas orientadas al cuidado y protección neonatal (figura 1).

Figura 1

Nivel de adopción del rol materno

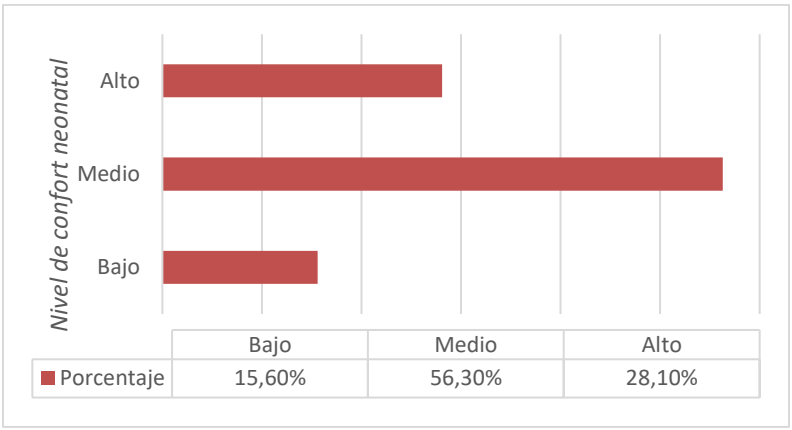


Fuente: Resultados de la Escala de Adopción del Rol Materno.

Respecto al confort neonatal, la mayoría de los recién nacidos presentó niveles medios y altos de confort, observándose estabilidad en parámetros relacionados con tono muscular, respuesta respiratoria y estado de alerta. Sin embargo, algunos neonatos presentaron manifestaciones leves de incomodidad asociadas al entorno hospitalario y a la adaptación neonatal temprana (figura 2).

Figura 2

Nivel de confort neonatal



Fuente: Resultados de la Escala de Confort Neonatal.

Para determinar el comportamiento estadístico de las variables se aplicaron pruebas de normalidad, identificándose una distribución no normal de los datos, por lo que se decidió utilizar estadística no paramétrica mediante el coeficiente de correlación de Spearman (tabla 2).

Tabla 2

Análisis de correlación entre el rol materno y el confort neonatal

Variables analizadas	Prueba estadística	Coeficiente de correlación (ρ)	Valor p	Interpretación
Rol materno – confort neonatal	Correlación de Spearman	−0.57	< 0.001	Correlación negativa moderada, estadísticamente significativa.

Nota. La correlación de Spearman fue seleccionada tras identificar, mediante la prueba de normalidad, que la variable confort neonatal no presenta una distribución normal. En consecuencia, se utilizó un análisis no paramétrico, el cual resulta más adecuado para evaluar la relación entre variables ordinales y/o con distribución no normal, garantizando la validez de los resultados obtenidos.

El análisis de correlación de Spearman evidenció una relación negativa moderada y estadísticamente significativa entre la adopción del rol materno y el confort neonatal ($\rho = -0.57$; $p < 0.001$). Estos resultados indican que, a medida que aumenta el nivel de adopción del rol materno en las madres adolescentes primíparas, disminuyen los puntajes obtenidos en la escala de confort neonatal.

Dado que la escala de confort neonatal asigna menores puntuaciones a mejores condiciones de confort, esta correlación sugiere que un mayor desarrollo del rol materno se asocia con un mejor estado de bienestar y confort en el recién nacido.

Asimismo, el valor de p inferior a 0.001 demuestra que la relación encontrada posee una alta significancia estadística, por lo que es poco probable que dicha asociación haya ocurrido por azar. Estos hallazgos respaldan la importancia del fortalecimiento del rol materno como un elemento relevante en la promoción del bienestar neonatal y en la calidad del cuidado proporcionado al recién nacido.

Estos hallazgos sugieren que el fortalecimiento del rol materno favorece el bienestar neonatal, debido a que las madres que desarrollan mayor seguridad, confianza y sensibilidad en el cuidado son capaces de responder de manera más oportuna a las necesidades fisiológicas y emocionales del neonato. Desde la práctica de enfermería, estos resultados resaltan la importancia de implementar estrategias educativas y de acompañamiento dirigidas a madres adolescentes primíparas para favorecer la adaptación al rol materno y promover el confort neonatal.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron identificar una relación estadísticamente significativa entre la adopción del rol materno y el confort neonatal en madres adolescentes primíparas atendidas en una unidad hospitalaria de segundo nivel de atención. La correlación negativa moderada encontrada indica que un mayor nivel de adopción del rol materno se asocia con mejores condiciones de confort en el recién nacido.

Asimismo, se observó que las madres adolescentes que desarrollan mayor seguridad, confianza y participación en el cuidado de sus hijos logran responder de manera más oportuna a las necesidades fisiológicas y emocionales del neonato, favoreciendo su bienestar integral.

Los hallazgos resaltan la importancia de fortalecer las intervenciones de enfermería orientadas al acompañamiento, educación y apoyo emocional de las madres adolescentes durante el periodo neonatal. El personal de enfermería desempeña un papel fundamental en la promoción de prácticas de cuidado humanizado que contribuyan tanto a la consolidación del rol materno como al confort neonatal.

Finalmente, esta investigación aporta evidencia científica relevante para la enfermería neonatal, particularmente en el contexto hospitalario del estado de Hidalgo, donde existe limitada información sobre la relación entre estas variables. Se recomienda desarrollar futuras investigaciones con muestras más amplias y diseños longitudinales que permitan profundizar en la evolución del rol materno y su impacto en la salud neonatal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alligood, M. R. (2018). *Modelos y teorías en enfermería* (9.ª ed.). Elsevier.
2. Barrera, M. (2022). Cuidados de enfermería orientados hacia el confort del neonato en las unidades de cuidados intensivos neonatales y su influencia en ellos. *Revista Científica de Enfermería*, 14(2), 1-10.
3. Bosch, A., Fernández, M., & López, P. (2020). Confort neonatal y adaptación fisiológica en recién nacidos hospitalizados. *Revista Iberoamericana de Neonatología*, 8(1), 25-33.
4. Bronfenbrenner, U., & Morris, P. (2006). The bioecological model of human development. In W. Damon & R. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology* (6th ed., pp. 793-828). Wiley.
5. Garrido, D., & Marchán, C. (2024). Factores asociados a la adopción del rol materno en madres adolescentes. *Revista Latinoamericana de Enfermería*, 32(1), 45-53.
6. Gibson, C. (2021). The experiences of mothers in a neonatal unit and their adaptation to motherhood. *SAGE Open*, 11(2), 1-10. https://doi.org/10.1177/21582440211023170
7. Kolcaba, K. (2021). *Comfort theory and practice: A vision for holistic health care and research*. Springer Publishing Company.
8. Mercer, R. T. (2004). *Becoming a mother: Research on maternal identity from Rubin to the present*. Springer Publishing Company.
9. Mercer, R. T. (2018). Maternal role attainment and attachment. *Nursing Science Quarterly*, 31(3), 262-267.
10. Naranjo, Y. (2023). Adaptación materna y desarrollo del vínculo afectivo en madres adolescentes. *Revista Cubana de Enfermería*, 39(1), 1-12.
11. Ortiz, M., Pérez, L., & Hernández, J. (2024). Adopción del rol materno en madres adolescentes primíparas. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 18(4), 55-63.
12. Rodríguez, L., Gómez, A., & Ruiz, P. (2025). Cuidados de enfermería y confort neonatal en unidades hospitalarias. *Revista de Enfermería Neonatal*, 12(1), 15-24.
13. Santos, A., Ramírez, M., & Torres, D. (2021). Adaptación y validación de la Escala de Adopción del Rol Materno en población mexicana. *Revista Mexicana de Enfermería*, 9(3), 120-128.

EFECTO DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD EN LA PRESIÓN PLANTAR DE HOMBRES MEXICANOS Y LA INFLUENCIA EN LA SIMETRÍA DE LOS PIES

Christian Enrique Nava-Alcantar[1], Israel Miguel-Andrés[2], Agustín Vidal-Lesso[3], Jorge Armando Ramos-Frutos[4], Juan Carlos García-Valadez[2], Carlos Arturo Rivera-Quezada[1], Marco Antonio Martínez-Bocanegra[5].

[1]Posgrado PICYT, Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, [2]Laboratorio Nacional CONAHCYT en Biomecánica del Cuerpo Humano, CIATEC, [3]Departmento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato, [4]TecNM: Campus Jiquilpan, [5]TecNM: Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato.
cnava.estudiantepicyt@ciatec.mx; imiguel@ciatec.mx

RESUMEN

En México, el sedentarismo ha incrementado la prevalencia de sobrepeso y obesidad hasta alrededor del 75% de la población, con un crecimiento más acelerado en hombres; se prevé que en el futuro la obesidad será más frecuente en hombres que en mujeres. Se sabe que un índice de masa corporal (IMC) elevado se asocia con alteraciones en la presión plantar y cambios en la morfología del pie, lo que contribuye al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. En esta investigación se aborda la problemática derivada de la comprensión limitada de la presión plantar en personas con sobrepeso y obesidad en México, en la población masculina en riesgo. Se analizó una muestra de 90 adultos jóvenes, clasificados en categorías de IMC como normopeso (23.08 ± 1.47 kg/m²), sobrepeso (26.90 ± 1.31 kg/m²) y obesidad (34.16 ± 3.17 kg/m²), extraídos de una base de datos de baropodometría. Las presiones plantares promedio de las muestras correspondientes al normopeso, sobrepeso y obesidad, para el pie izquierdo, fueron 52.84 ± 15.21 kPa, 52.30 ± 10.94 kPa y 55.05 ± 11.33 kPa, y para el pie derecho, 52.57 ± 14.30 kPa, 50.54 ± 11.83 kPa y 50.63 ± 10.71 kPa, respectivamente. Debido a las diferencias presentadas en las presiones plantares, se llevó a cabo un análisis de correlación que evidenció diferencias en la presión plantar media entre ambos pies. En individuos con normopeso, no se observaron diferencias significativas ($R^2 = 0.984$). En contraste, las personas con sobrepeso ($R^2 = 0.642$) y obesidad ($R^2 = 0.436$) presentaron una baja correlación en la presión plantar media entre ambos pies, lo que indica una diferencia en la distribución de presión en los pies. Estos hallazgos sugieren que la simetría de la presión plantar disminuye a medida que aumenta el peso corporal.

INTRODUCCIÓN

Se sabe que un índice de masa corporal (IMC) elevado se asocia con alteraciones en la presión plantar y cambios en la morfología del pie, lo que contribuye al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos[1]. En México, el estilo de vida sedentario ha contribuido al aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) en 2023, se estima que, en México, los índices de sobrepeso y obesidad alcanzan hasta un 75%. En los últimos 23 años, la obesidad experimentó un incremento del 57.90%, siendo más pronunciado en hombres (78.40%) que en mujeres (45.40%). Se prevé que, en el futuro, los hombres superarán a las mujeres en términos de obesidad, con una probabilidad 2.29 veces mayor de padecerla[2]. Los hombres tienden a un mayor sedentarismo durante las actividades diarias, lo que propicia la aparición de alteraciones musculoesqueléticas[3].

Por otra parte, la simetría de la presión plantar representa un indicador biomecánico de la adecuada distribución de cargas entre ambos pies[4]. Una distribución simétrica implica que las presiones plantares se distribuyen de manera comparable entre el pie derecho e izquierdo. La pérdida de esta simetría se asocia con alteraciones musculoesqueléticas[5]. Este trabajo tiene como objetivo el profundizar en la relación entre el sobrepeso y la obesidad, así como en la distribución de la presión

plantar entre los miembros inferiores de la población masculina en riesgo en México, un tema poco explorado hasta la fecha.

TEORÍA

La simetría de la presión plantar describe el grado de igualdad en la distribución de las cargas mecánicas entre ambos pies durante el contacto con la superficie[4]. Esta métrica compara el peso total que soporta cada extremidad y el impacto que tiene sobre la morfología de la huella, la ubicación de los centros de presión y la duración de las fases de apoyo de forma comparativa. La simetría del pie se refiere a la igualdad o correspondencia exacta en tamaño, forma, estructura y funcionalidad entre el pie derecho y el pie izquierdo de un individuo. No obstante, desde un punto de vista anatómico, la simetría perfecta en los pies no es posible. En el cuerpo humano, una ligera asimetría se considera fisiológicamente normal debido a la lateralidad, que implica el predominio de un lado sobre el otro, similar a las características de ser diestro o zurdo. El problema se presenta cuando esta disparidad excede los umbrales de tolerancia, que generalmente se sitúan por encima del 10% de diferencia; en consecuencia, el sistema musculoesquelético realiza compensaciones que pueden dar origen a diversas patologías[6].

El incremento de los niveles de peso se relaciona con un aumento en los trastornos musculoesqueléticos del pie, incluyendo asimetrías en la presión plantar. Se ha evidenciado que un índice de masa corporal (IMC) elevado se correlaciona con una redistribución anómala de la carga en la zona plantar, lo cual es un factor determinante en la aparición de asimetrías en la carga plantar[7]. Asimismo, se ha reportado que a medida que el IMC aumenta, el exceso de carga mecánica obliga a los pies a adaptar su estructura para soportar el peso, provocando el colapso del arco medial y un incremento en la superficie de contacto[8], Figura 4. Aunque idealmente el peso corporal se distribuye de manera equitativa entre ambas extremidades para mantener el equilibrio y la estabilidad, bajo condiciones de sobrecarga, el sistema musculoesquelético lo compensa, lo que resulta en una distribución desigual de la presión plantar entre el pie derecho y el izquierdo. En consecuencia, un IMC elevado tiende a disminuir la simetría plantar, lo que a largo plazo incrementa la predisposición a experimentar dolor, lesiones y alteraciones musculoesqueléticas más severas.



Figura 4. Pie por categoría de IMC. a) Normopeso. b) Sobrepeso. c) Obesidad.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un análisis retrospectivo utilizando registros preexistentes de una base de datos histórica de baropodometría; se analizó una muestra de 90 hombres adultos jóvenes (edad: 31.27 ± 5.19 años; peso: 85.21 ± 16.76 kg; altura: 1.74 ± 0.06 m; IMC: 28.05 ± 5.09 kg/m²), clasificados en categorías de IMC como normopeso, sobrepeso y obesidad. Los datos fueron obtenidos de mediciones previamente realizadas en el baropodómetro y extraídos mediante el software FreeStep® (versión 1.6.009, Sensormedica®, Guidonia Montecelio, Roma, Italia). Los pacientes permanecen descalzos en bipedestación sobre el baropodómetro para medir la distribución de la presión plantar en condiciones estáticas, midiendo la presión plantar durante alrededor de 10 segundos y obteniendo los resultados que se promediaron. Las características antropométricas detalladas de cada grupo con IMC se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Mediciones antropométricas de grupos IMC.

Datos antropométricos	Normopeso (n = 30)	Sobrepeso (n = 30)	Obesidad (n = 30)
Edad (años)	30.27 ± 5.76	31.27 ± 4.65	32.27 ± 5.02
Peso (kg)	69.71 ± 6.56	82.12 ± 6.58	103.78 ± 12.68
Altura (m)	1.74 ± 0.06	1.74 ± 0.05	1.74 ± 0.07
IMC (kg/m^2)	23.08 ± 1.47	26.90 ± 1.31	34.17 ± 3.17

El análisis estadístico se realizó con el software RStudio® (versión 2024.12, Posit®, Boston, Massachusetts, EE. UU.). Se eligió la presión plantar para evaluar la simetría bilateral, ya que proporciona una medición directa y localizada de la distribución de carga entre ambos pies. La correlación de Pearson fue el método empleado para evaluar la simetría plantar, donde la simetría se define estadísticamente cuando se observa una alta correlación ($r \geq 0.90$) con pequeñas discrepancias atribuidas a error de medición o variabilidad natural.

RESULTADOS

La estadística descriptiva indicó variaciones en los valores medios de presión plantar y en la dispersión de los datos. Para los sujetos clasificados en la categoría de normopeso, la presión plantar media registrada en el pie izquierdo fue de 52.84 ± 15.21 kPa, mientras que en el pie derecho se obtuvo un valor de 52.57 ± 14.30 kPa. En el grupo correspondiente al sobrepeso, las presiones medias presentaron una ligera disminución, con 52.30 ± 10.94 kPa para el pie izquierdo y 50.54 ± 11.83 kPa para el derecho. Finalmente, en individuos con obesidad, se documentó una presión media de 55.05 ± 11.33 kPa en el pie izquierdo y 50.63 ± 10.71 kPa en el derecho.

Ante las diferencias preliminares observadas en los valores medios de presión, se llevó a cabo un análisis de correlación lineal con el objetivo de evaluar la simetría en la distribución de las cargas bilaterales. Los resultados de este análisis revelaron discrepancias significativas en la presión plantar media entre ambas extremidades inferiores, las cuales se acentúan con el aumento de la masa corporal. En el grupo de normopeso (Figura 5), el análisis correlación no arrojó diferencias significativas en la distribución de la carga entre ambos pies, mostrando un comportamiento altamente simétrico respaldado por un coeficiente de determinación (R^2 = 0.984).

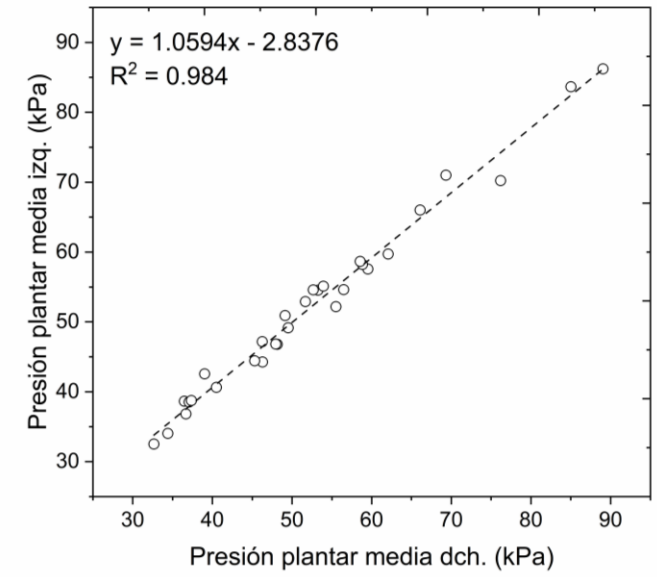


Figura 5. Correlación de simetría para el grupo de normopeso.

En contraste, los grupos con un IMC elevado mostraron pérdida de la simetría. En particular, los individuos con sobrepeso (Figura 6a) presentaron una correlación de baja a moderada (R^2 = 0.642),

mientras que la muestra correspondiente a la obesidad (Figura 6b) reportó la correlación más baja del estudio (R^2 = 0.436). Estos muestran una notable diferencia en la distribución de las presiones entre el pie izquierdo y el derecho en sujetos sometidos a sobrecarga plantar. Los datos sugieren que la simetría bilateral de la presión plantar se deteriora progresivamente a medida que aumenta el peso corporal, lo que podría implicar el desarrollo de alteraciones posturales o mecanismos de compensación biomecánica asimétricos.

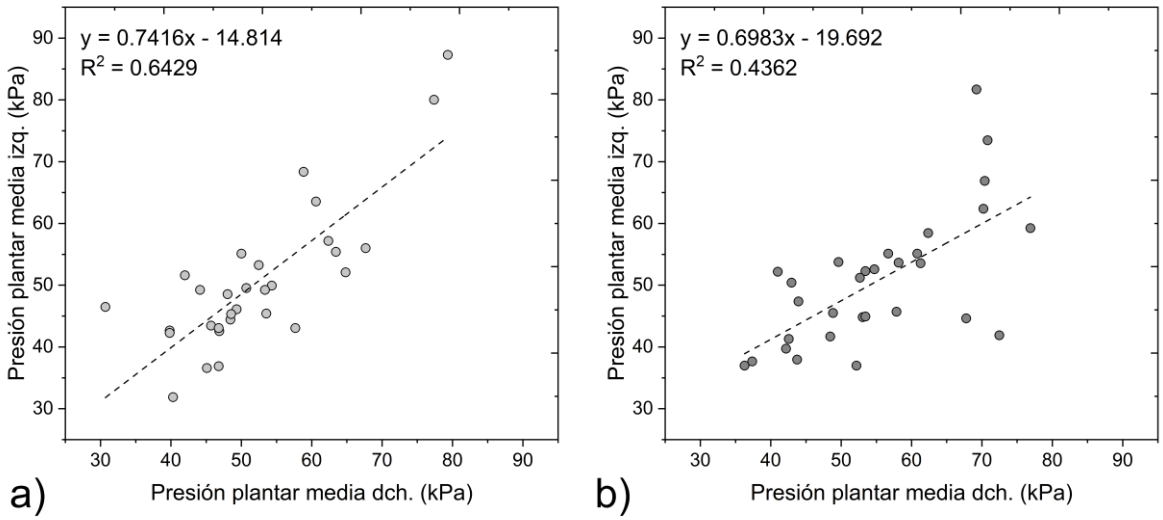


Figura 6. Correlación de simetría para los grupos con IMC elevado. a) Sobrepeso. b) Obesidad.

CONCLUSIONES

En conclusión, se muestra que el aumento del peso corporal es un factor determinante que impacta negativamente en la distribución de las cargas mecánicas en los miembros inferiores. Se ha observado que los individuos con normopeso mantienen una distribución de presiones plantares altamente simétrica y equilibrada entre ambos pies. En contraste, las poblaciones con sobrepeso y obesidad experimentan una pérdida progresiva y significativa de esta simetría bilateral. Estos hallazgos sugieren que el exceso de masa corporal induce un desequilibrio en el apoyo estático, lo que a su vez puede dar lugar a la aparición de compensaciones posturales. Es importante considerar la asimetría bilateral en el diagnóstico clínico y en el diseño de intervenciones ortopédicas personalizadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Khalaf K, Mohan DM, Hindi M Al, Khandoker AH, Jelinek HF. Plantar pressure alterations associated with increased BMI in young adults. *Gait & Posture*. 2022;98(September):255-260. doi:10.1016/j.gaitpost.2022.09.071
2. Barquera S, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, et al. Obesity in adults. *Salud Publica de Mexico*. 2024;66(4):414-424. doi:10.21149/15863
3. Dzakpasu FQS, Carver A, Brakenridge CJ, et al. Musculoskeletal pain and sedentary behaviour in occupational and non-occupational settings: a systematic review with meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2021;18(1):1-56. doi:10.1186/s12966-021-01191-y
4. Sadeghi H, Allard P, Prince F, Labelle H. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: A review. *Gait and Posture*. 2000;12(1):34-45. doi:10.1016/S0966-6362(00)00070-9
5. Riskowski JLL, Hagedorn TJJ, Dufour ABB, Hannan MTT. Functional foot symmetry and its relation to lower extremity physical performance in older adults: The framingham foot study. *Journal of Biomechanics*. 2012;45(10):1796-1802. doi:10.1016/j.jbiomech.2012.04.019
6. Nava-Alcantar CE, Miguel-Andrés I, Ramos-Frutos JA, Vidal-Lesso A, Cruz-Salgado J, Alonso-Romero S. Current methods and criteria for defining foot symmetry in biomechanical, clinical,

and anthropometric assessments: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2026;47(July 2026):565-574. doi:10.1016/j.jbmt.2026.05.016
7. Casado-Hernández I, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias M, Gómez-Salgado J, López-López D, Bayod J. Variability of the lower limb symmetry index associated with the gait parameters in the overweight adult population with flatfoot: a case-control study. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2023;11(June):1-7. doi:10.3389/fbioe.2023.1189309
8. Açıkgöz T, Kakilli N, Çiftdemir M, Ekuklu G, Taştekin N. Paradoxıcal effect of body mass index ranges on pedobarographic evaluatıon. *Journal of Biomechanics*. 2024;177(November):112419. doi:10.1016/j.jbiomech.2024.112419

EFECTIVIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Allium Cepa, Melaleuca Citrina, Populus* Y *Crotolaria Cunninghamii* COMO ANTIMICROBIANOS EN PATÓGENOS DÉRMICOS

Brenda Maetzin Rodríguez Bautista, Mayte Aguilera Vieyra, Emily Aurora Medrano Sánchez, Vanesa Itzel Paulin Sandoval, Abisay Villanueva Bailon, María Maricela Carrasco Yépez, Dinora Valadez Díaz y Itzel Berenice Rodríguez Mera

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
abisayvillanueva@iztacala.unam.mx

RESUMEN

La resistencia a los antimicrobianos representa una de las principales amenazas para la salud pública a nivel mundial, derivada en gran medida por el uso inadecuado y excesivo de antibióticos. Esta problemática ha incrementado la prevalencia de infecciones cutáneas causadas por microorganismos resistentes, afectando la calidad de vida de las personas y generando mayores costos al sistema de salud. Ante este panorama, surge la necesidad de explorar alternativas terapéuticas naturales que contribuyan a la prevención y control de patógenos dérmicos, entre las que destacan los aceites esenciales por sus propiedades antimicrobianas y su potencial aplicación en el cuidado de la piel.

La presente investigación se desarrolló con un diseño cuantitativo, observacional, prospectivo y transversal, con un alcance descriptivo. El estudio se centró en evaluar la efectividad antimicrobiana de los aceites esenciales obtenidos de las plantas *Allium cepa, Melaleuca citrina, Populus* y *Crotolaria cunninghamii* frente a diversos microorganismos dérmicos. Para ello, se realizó la recolección del material vegetal en condiciones controladas, se maceraron 19 g de material vegetal en 190 ml de Metanol durante 120 horas, la extracción de los aceites esenciales se realizó mediante la destilación por arrastre de vapor a 60°C y los sencidiscos fueron impregnados con 50 µl de los distintos aceites y Penicilina/Estreptomicina como control. La realización de las pruebas antimicrobianas se hizo *in vitro* con bacterias dérmicas, utilizando agar Mueller-Hinton con un sembrado por agotamiento e incubado por 72 horas, permitiéndonos evaluar de esta forma la actividad antimicrobiana.

Los resultados se analizaron mediante la medición de halos de inhibición (media ± desviación estándar), utilizando el software ImageJ/Fiji para el procesamiento digital de imágenes y la cuantificación objetiva del crecimiento microbiano. *Crotolaria Cunninghamii* mostró la mayor actividad antimicrobiana, con halos de inhibición de 16.38 ± 1.22 mm, seguida de *Melaleuca Citrina* con 10.45 ± 0.40 mm, *Populus* presentó una inhibición moderada 7.54 ± 1.60 mm, mientras que *Allium Cepa* registró la menor actividad 4.34 ± 0.25mm. Estos resultados describen diferencias en el potencial antimicrobiano entre las especies evaluadas, destacando la eficacia de *C. Cunninghamii*.

Por último, los aceites esenciales evaluados presentan actividad antimicrobiana frente a patógenos dérmicos, lo que sugiere su posible aplicación como alternativa o complemento a los antimicrobianos convencionales. Su incorporación en estrategias de prevención podría contribuir al desarrollo de opciones terapéuticas más accesibles y sustentables en el ámbito del cuidado dermatológico y la práctica profesional de enfermería.

INTRODUCCIÓN

La resistencia a los antimicrobianos constituye uno de los principales desafíos para la salud pública mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido esta problemática como una amenaza prioritaria debido a su impacto sobre la eficiencia de los tratamientos, el aumento de la morbimortalidad y el incremento de los costos asociados a la atención sanitaria. Este fenómeno se

caracteriza por la capacidad de diversos microorganismos de sobrevivir a la acción de medicamentos, dificultando el tratamiento de infecciones comunes y favoreciendo la aparición de complicaciones clínicas.[1]

Las infecciones dérmicas representan una de las manifestaciones más frecuentes de esta problemática, diversos microorganismos, entre ellos *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* han desarrollado mecanismos de resistencia que limitan las opciones terapéuticas disponibles. Como consecuencia, se observa una mayor persistencia de las infecciones, incremento en los tiempos de recuperación y una mayor demanda de recursos sanitarios.

Ante este panorama resulta necesario explorar alternativas complementarias que contribuyen al control de microorganismos patógenos, en los últimos años los productos de origen vegetal han despertado interés debido a la presencia de metabolitos secundarios con actividad biológica, entre ellos los aceites esenciales destacan por contener compuestos capaces de interferir en la estructura y función celular de diversos microorganismos.

Desde la perspectiva de enfermería, la búsqueda de estrategias innovadoras para la prevención y control de infecciones constituye una prioridad, asimismo, la identificación de sustancias naturales con potencial antimicrobiano puede favorecer el desarrollo de intervenciones accesibles, sostenibles y basadas en evidencia científica. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad antimicrobiana de los aceites esenciales obtenidos de *Allium cepa*, *Melaleuca citrina*, *Populus* y *Crotalaria cunninghamii* frente a microorganismos dérmicos con la finalidad de generar evidencias sobre su posible aplicación como alternativa complementaria en el ámbito del cuidado de la salud.

TEORÍA

La resistencia a los antimicrobianos constituye uno de los principales desafíos para la salud pública mundial impulsando la búsqueda de alternativas terapéuticas derivadas de productos naturales, entre ellas los aceites esenciales han despertado un creciente interés debido a la presencia de compuestos bioactivos capaces de inhibir el crecimiento de diversos microorganismos patógenos. Diversos estudios han demostrado que metabolitos como flavonoides, compuestos fenólicos, terpenos y alcaloides pueden alterar la permeabilidad de la membrana celular bacteriana, interferir con procesos metabólicos esenciales y favorecer la muerte celular microbiana.

Sagar y colaboradores evaluaron la actividad antimicrobiana de extractos polifenólicos obtenidos de la cáscara de *Allium cepa* frente a bacterias de importancia clínica, los autores observaron actividad inhibitoria contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* atribuyendo este efecto a la elevada concentración de compuestos fenólicos y flavonoides presentes en la planta. Los resultados demostraron que los extractos derivados de *Allium cepa* poseen potencial como agentes antimicrobianos naturales, lo que respalda su estudio como alternativa complementaria frente a microorganismos resistentes. [2]

De manera similar Oyawoye y colaboradores analizaron la actividad antibacteriana de extractos etanólicos de *Allium cepa* frente a diversos microorganismos patógenos incluyendo *Staphylococcus aureus, Escherichia coli y Pseudomonas aeruginosa*, los investigadores reportaron halos de inhibición significativos y concluyeron que los compuestos azufrados característicos de la cebolla desempeñan un papel importante en la actividad antimicrobiana observada.[3] Este antecedente resulta relevante para la presente investigación debido a que demuestra la capacidad inhibitoria de esta planta frente a bacterias asociadas a procesos infecciosos.

Respecto al género *Melaleuca*, numerosos estudios han documentado sus propiedades antimicrobianas, Ngan y colaboradores evaluaron la actividad de los aceites esenciales de M*elaleuca alternifolia* y *Melaleuca citrina* frente a *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*, encontrando una importante capacidad inhibitoria atribuida principalmente a compuestos terpénicos como el terpinen-4-ol y el 1,8-cineol.[4] Los autores concluyeron que los aceites esenciales de estas especies poseen

una elevada actividad antimicrobiana y representan una alternativa prometedora para el control de microorganismos patógenos.

Asimismo, Cock estudió la actividad antimicrobiana de *Callistemon citrinus,* especie previamente clasificada dentro del grupo botánico relacionado *con Melaleuca citrina,* encontrando efectos inhibitorios frente a diversas bacterias Gram positivas y Gram negativas.[5] Estos hallazgos sugieren que las especies pertenecientes a este grupo taxonómico contienen metabolitos secundarios capaces de afectar el crecimiento microbiano fortaleciendo la hipótesis sobre el potencial antimicrobiano de *Melaleuca citrina.*

La evidencia científica específica sobre *Crotalaria cunninghamii* es limitada, durante la revisión bibliográfica no se identificaron investigaciones que evaluarán directamente la actividad antimicrobiana de esta especie frente a microorganismos dérmicos[6], sin embargo estudios realizados en otras especies del género *Crotalaria,* como *Crotalaria madurensis*, *Crotalaria bernieri*[7] y *Crotalaria juncea*[8], han demostrado actividad antibacteriana atribuida a la presencia de flavonoides, alcaloides y compuestos fenólicos. Estos antecedentes permiten plantear la posibilidad de que *Crotalaria cunninghamii* posea propiedades similares.

Los antecedentes revisados muestran que *Allium cepa* y *Melaleuca citrina* poseen evidencia científica que respalda su actividad antimicrobiana mientras que para *Crotalaria cunninghamii* y *Populus* existe escasa información experimental disponible, en consecuencia la presente investigación busca evaluar la efectividad antimicrobiana de los aceites esenciales obtenidos de estas especies vegetales frente a microorganismos dérmicos mediante pruebas microbiológicas in vitro con la finalidad de generar evidencia científica que contribuya al reconocimiento de sus posibles aplicaciones en el ámbito de la salud y la práctica de enfermería.

PARTE EXPERIMENTAL

Sitio de muestreo

Los ejemplares vegetales de *Melaleuca citrina*, *Populus* y *Crotalaria cunninghamii* fueron recolectados en el Jardín Botánico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) ubicado en avenida de los Barrios, Los Reyes Ixtacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México[9], mientras que los bulbos de *Allium cepa* se adquirieron en un mercado local, garantizando su disponibilidad y condiciones adecuadas para el procesamiento experimental.

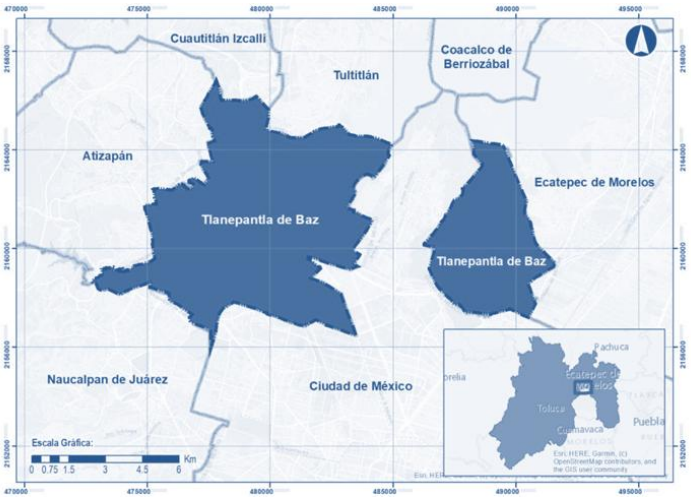


Figura 1. Límites territoriales de Tlalnepantla de Baz, 2021.[9]

Extractos metanólicos

Se empleó material vegetal fresco para preservar la integridad de los compuestos bioactivos y favorecer una mayor recuperación de aceites esenciales, garantizando una evaluación más representativa de su actividad antimicrobiana.

Tabla 1. Obtención de los aceites

Nombre de la planta	*Allium cepa*	*Melaleuca citrina*	*Crotalaria cunninghamii*	*Populus*
Peso	19 g	19 g	19 g	19 g
Metanol	190 ml	190 ml	190 ml	190 ml
Tiempo de maceración	120 hrs	120 hrs	120 hrs	120 hrs
Destilación	60-70°C	60-70°C	60-70°C	60-70°C

Tabla 1. "Obtención de los aceites". Elaborada por los autores, 2026.

Pruebas antimicrobianas

Tabla 2. Pruebas antimicrobianas

Muestreo	Cultivo mixto de microbiota cutánea humana		
Agar	Mueller Hinton	MacConkey	Salmonella-Shigella
Sensidiscos	4 Sensidiscos de 6 mm impregnados con 50µl de cada aceite		
Control	Penicilina / Estreptomicina		
Sembrado	Por agotamiento		
Incubación	37°C por 72 hrs		
Análisis	Unidades Formadoras de Colonias (UFC), conteo y medición de los halos con el software ImageJ Fiji		

Tabla 2. "Pruebas antimicrobianas". Elaborada por los autores, 2026.

RESULTADOS

Preparación de los aceites esenciales

Como parte de la preparación inicial de las muestras, se pesaron 19 g de material vegetal fresco de cada especie, los cuales fueron sometidos a trituración mecánica en presencia de metanol. Este procedimiento tuvo como finalidad favorecer la ruptura de las estructuras celulares vegetales y facilitar la liberación de metabolitos secundarios potencialmente bioactivos, optimizando así el proceso de extracción de los aceites esenciales.



Figura 2. Ejemplares vegetales, fotografía tomada por los autores, 2026.

Obtención de los extractos

El material triturado se sometió a una maceración con metanol durante un periodo de 120 horas, permitiendo la extracción de los metabolitos secundarios. Posteriormente, se realizó una destilación a 60 °C para concentrar el extracto, dejando reposar el producto obtenido por 72 horas adicionales antes de su uso.



Figura 3. Maceración con metanol, fotografía tomada por los autores, 2026.

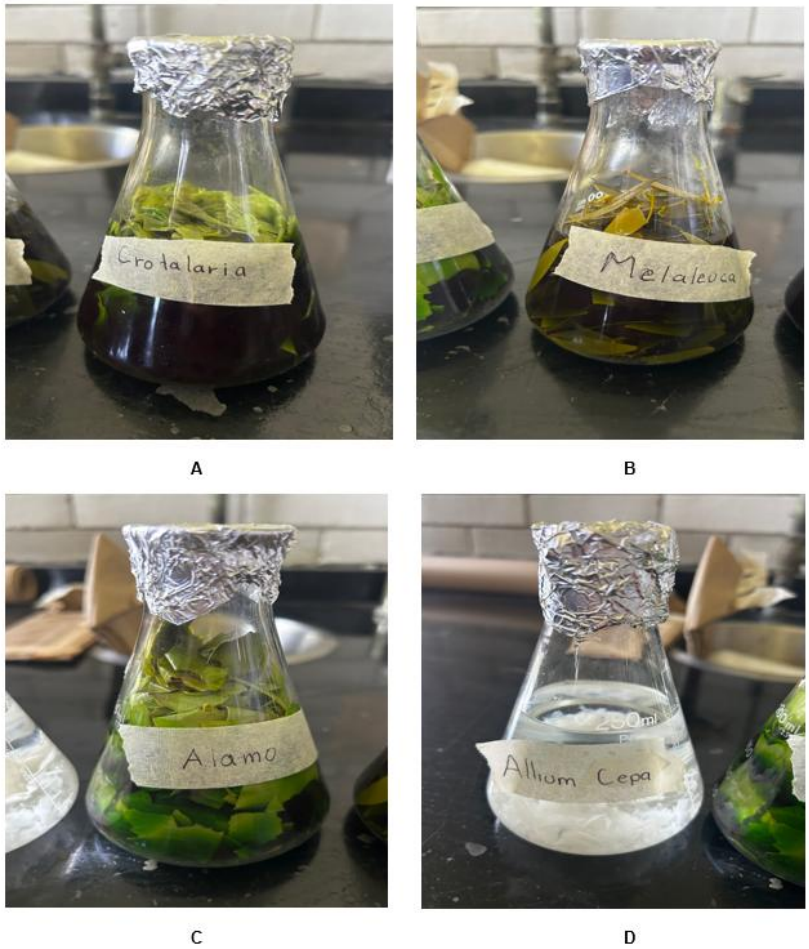


Figura 4. Maceración con metanol, A) *Crotolaria cunninghamii* B) *Melaleuca citrina* C) *Populus* y D) *Allium cepa.* Fotografía tomada por los autores, 2026.



Figura 5. Obtención de los aceites, fotografía tomada por los autores, 2026.

Pruebas antimicrobianas

Previo a la evaluación de la actividad antimicrobiana, se seleccionaron los medios de cultivo apropiados para el crecimiento y aislamiento de los microorganismos de interés, incluyendo agar MacConkey, Salmonella-Shigella y Mueller Hinton. El material de laboratorio y las superficies de trabajo fueron sometidos a un proceso de esterilización mediante exposición a radiación ultravioleta (UV), con la finalidad de garantizar condiciones de asepsia y minimizar el riesgo de contaminación durante los procedimientos experimentales.



Figura 6. Preparación del material, fotografía tomada por los autores, 2026.

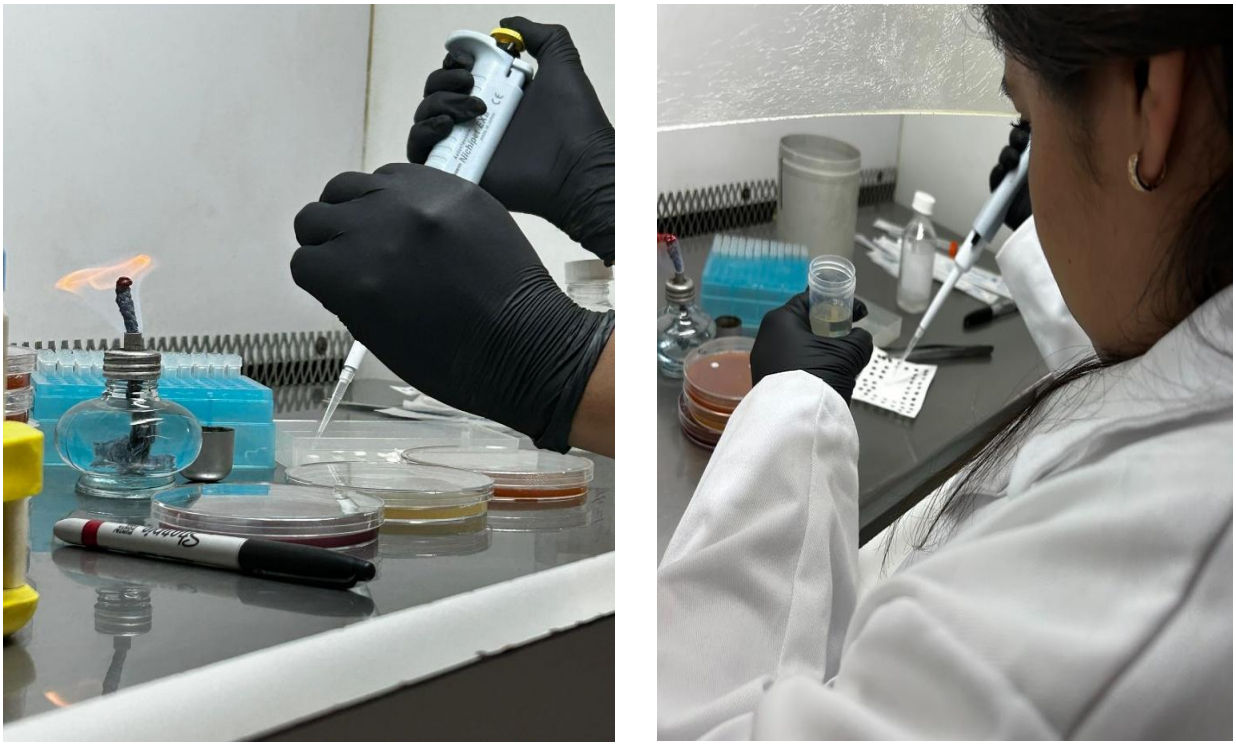


Figura 7. Impregnación de los sencidiscos, fotografía tomada por los autores, 2026.



Figura 8. Siembra por agotamiento en diferentes agares, fotografía tomada por los autores, 2026.



Figura 9. Proceso de incubación a 37°C, fotografía tomada por los autores, 2026.

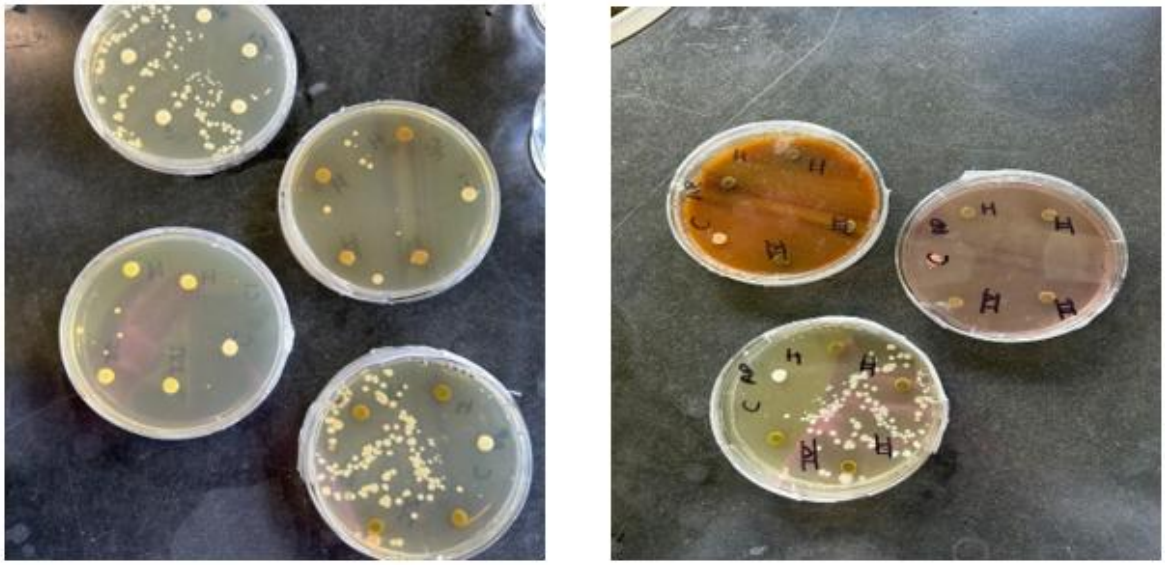


Figura 10. Obtención de los resultados, fotografía tomada por los autores, 2026.

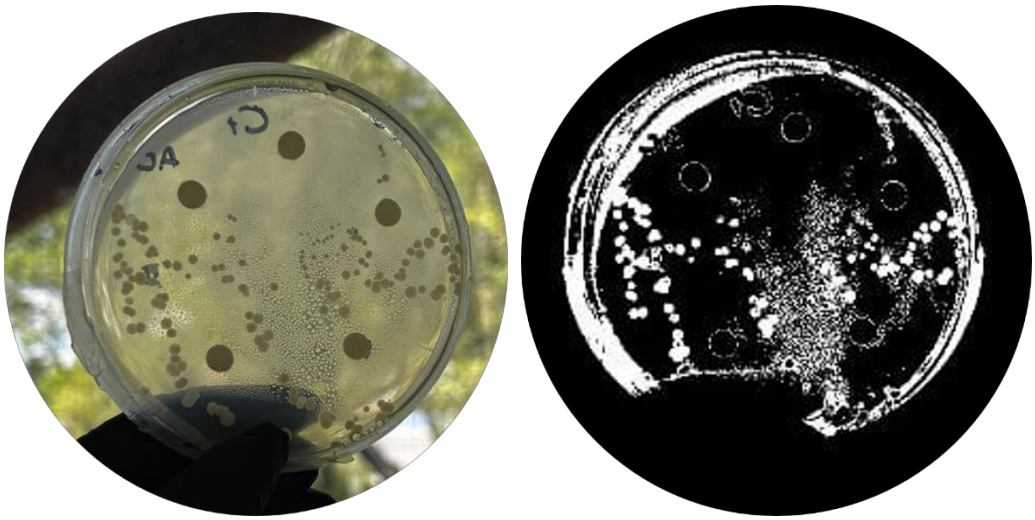


Figura 11. “Análisis de resultados”, información obtenida del software ImageJ/Fiji, 2026.

Tabla 3. Comparación de resultados antimicrobianos “Agar Mueller-Hinton”		
Planta	Número de colonias	Medición del halo de inhibición
Allium Cepa	1160 UFC	**Control: 12uL ± 0.65uL** Sensidiscos 1: 4.34uL ± 0.25uL Sensidiscos 2: 4.99uL ± 0.21uL Sensidiscos 3: 5.27uL ± 0.42uL Sensidiscos 4: 4.61uL ± 0.48uL
Populus	966 UFC	**Control: 9.24uL ± 0.83uL** Sensidiscos 1: 7.54uL ± 1.60uL Sensidiscos 2: 4.98uL ± 1.48uL Sensidiscos 3: 2.88uL ± 0.80uL Sensidiscos 4: 5.30uL ± 1.29uL
Melaleuca citrina	255 UFC	**Control: 18.49uL ± 0.34uL** Sensidiscos 1: 10.45uL ± 0.40uL Sensidiscos 2: 8.94uL ± 0.55uL Sensidiscos 3: 7.17uL ± 0.50uL Sensidiscos 4: 7.14uL ± 0.37uL
Crotalaria cunninghamii	125UFC	**Control: 9.59uL ± 0.75uL** Sensidiscos 1: 16.38uL ± 1.22uL Sensidiscos 2: 8.48uL ± 0.19uL Sensidiscos 3: 7.78uL ± 0.68uL Sensidiscos 4: 7.17uL ± 0.50uL

Tabla 3. “Comparación de resultados antimicrobianos”. Elaborada por los autores, 2026.

Para el análisis de la actividad antimicrobiana únicamente se utilizaron los cultivos desarrollados en agar Mueller-Hinton, ya que los medios MacConkey y Salmonella-Shigella no presentaron crecimiento microbiano observable bajo las condiciones experimentales empleadas.

Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias importantes en la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales evaluados, el aceite esencial de *Crotalaria cunninghamii* presentó el mejor desempeño registrando el menor crecimiento bacteriano (125 UFC) Hilos a los de inhibición de mayor diámetro alcanzando una media de 16.38 ±1.22 mm. Estos hallazgos sugieren una elevada capacidad inhibitoria frente a los microorganismos dérmicos evaluados.

Por su parte Maleduca citrina mostró una actividad antimicrobiana considerable con un crecimiento bacteriano reducido (255 UFC) y halos de inhibición promedio de 10.45 ± 040 mm posicionándose como la segunda especie con mayor efectividad antimicrobiana.

En contraste, los aceites esenciales de *Populus* y *Allium cepa* presentaron una actividad inhibitoria menor, *Populus* presentó 966 UFC y a los de inhibición promedio de 7.54 más menos 160 mm, mientras que *Allium cepa* mostró el mayor crecimiento bacteriano con 1160 UFC y a los de menor diámetro (4.34 ± 0.25 mm).

De manera general se observó una relación inversamente proporcional entre el número de unidades formadoras de colonias y el tamaño de los halos de inhibición, indicando qué los aceites con mayor capacidad inhibitoria se asociaron con una reducción significativa del crecimiento bacteriano. Estos resultados permiten identificar a *Crotalaria cunninghamii y Melaleuca citrina* como las especies con mayor potencial antimicrobiano frente a microorganismos dérmicos.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió evaluar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales obtenidos de *Allium cepa*, *Melaleuca citrina*, *Populus* y *Crotalaria cunninghamii* frente a patógenos dérmicos mediante pruebas microbiológicas in vitro.

Los hallazgos demostraron que todos los aceites esenciales evaluados presentaron algún grado de actividad antimicrobiana; sin embargo, se identificaron diferencias importantes entre las especies estudiadas *Crotalaria cunninghamii* y *Melaleuca citrina* mostraron la mayor efectividad evidenciada por halos de inhibición más amplios y un menor crecimiento bacteriano.

Los resultados sugieren que los metabolitos secundarios presentes en estas especies podrían desempeñar un papel relevante en la inhibición del crecimiento microbiano, posicionándolas como alternativas prometedoras para futuras aplicaciones en el control de patógenos dérmicos.

Desde la perspectiva de enfermería la identificación de productos naturales con actividad antimicrobiana presenta una oportunidad para fortalecer las estrategias de prevención y control de infecciones especialmente hoy en contextos donde la resistencia bacteriana limita la efectividad de los tratamientos convencionales.

Se recomienda realizar investigaciones posteriores que incluyan la caracterización fitoquímica de los extractos, la evaluación de diferentes concentraciones y el análisis frente a cepas bacterianas específicas con la finalidad de fortalecer la evidencia científica disponible y determinar su posible aplicación clínica.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. *Antimicrobial resistance* [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [citado 2026 Jun]. Disponible en: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance
2. Sagar NA, Pareek S, Sharma S, Yahia EM, Lobo MG. Fruit and vegetable waste: bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. Food Res Int. 2020; 137:109565.

3. Oyawoye OM, Makanjuola OA, Olayinka BO. Antioxidant potential and antibacterial activities of Allium cepa and Allium sativum extracts. Bull Natl Res Cent. 2022; 46:231.
4. Ngan TT, et al. antimicrobial evaluation of Melaleuca alternifolia and Melaleuca citrina essential oils against Listeria monocytogenes and Escherichia coli. Am J Plant Sci. 2023.
5. Cock IE. Antimicrobial activity of Callistemon citrinus and Callistemon salignus. Pharmacogn Commun. 2012;2(3):50-57.
6. Mohammed HS, et al. Flavonol glycosides from Crotalaria madurensis and their antibacterial activity. BMC Complement Med Ther. 2024.
7. Andriamampianina HL, et al. Antimicrobial activity of extracts from Crotalaria bernieri. Afr J Microbiol Res. 2016;10(25):950-956.
8. Mahasawat P, et al. Exploring the potential of Crotalaria juncea flower extracts as a source of antioxidants and antimicrobial agents. Biotechnologia. 2023.
9. Gobierno del Estado de México. *Gaceta del Gobierno. Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México*. Toluca de Lerdo, Estado de México; 4 mar 2021. Tomo CCXI, No. 44. Disponible en: https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2021/mar041.pdf

IDENTIFICACIÓN DE INHIBIDORES DEL RECEPTOR D2 DE DOPAMINA MEDIANTE CRIBADO VIRTUAL MULTIETAPA DE PRODUCTOS NATURALES

Ana Jimena García Pereyra, Daniel Hernández Ramírez, Carlos Ríos Martínez

Unidad Académica de Estudios Nucleares, Programa Académico de Maestría en Ciencias Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas
38190170@uaz.edu.mx

RESUMEN

Los modelos basados en Machine Learning desempeñan un papel fundamental en el cribado virtual, especialmente en la etapa de clasificación y predicción. Estos modelos utilizan algoritmos y técnicas de aprendizaje automático para analizar patrones y relaciones en los datos moleculares, lo que nos permite predecir la actividad biológica de compuestos desconocidos. Con la capacidad de aprender de forma autónoma a partir de datos de entrenamiento, los algoritmos son capaces de generar modelos predictivos precisos y eficientes para identificar compuestos con el potencial de interacción con un objetivo terapéutico especifico (Yang et al., 2022).El cribado virtual es un filtrado computacional de moléculas sintéticamente accesibles depositadas en bases de datos para seleccionar potenciales candidatos de fármacos a partir de ellas (Karina et al., 2011). Cuando se trabaja con conjuntos de datos de alta dimensionalidad, se pueden utilizar los métodos de selección de variables por algoritmos genéticos para seleccionar el mejor conjunto de variables para los métodos de machine learning (Trevino & Falciani, 2006). El ensamble learning, es una técnica poderosa que busca mejorar la precisión y robustez de las predicciones al combinar múltiples modelos individuales. Al combinarlos se pueden obtener resultados más confiables y generalizables. El cribado virtual ADMET, es una herramienta poderosa en la búsqueda y desarrollo de nuevos fármacos. Aborda de manera temprana y eficiente las principales fallas en el desarrollo de nuevos medicamentos.

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento moderno de fármacos busca reducir la incertidumbre y los riesgos asociados con la identificación de moléculas terapéuticamente útiles. En este contexto, la integración de herramientas computacionales ha permitido acelerar la selección de compuestos con potencial biológico antes de su evaluación experimental. Una vez definido un blanco farmacológico, como una enzima o un receptor, el siguiente paso consiste en identificar moléculas capaces de interactuar con dicho objetivo de manera selectiva y con propiedades fisicoquímicas adecuadas. Este proceso implica filtrar grandes cantidades de compuestos y priorizar aquellos que puedan funcionar como cabezas de serie para etapas posteriores de optimización. Entre los blancos farmacológicos de interés en neurología y psiquiatría, el receptor D2 de dopamina ocupa un lugar central debido a su participación en la regulación de la neurotransmisión dopaminérgica. La alteración de esta vía se ha asociado con trastornos del sistema nervioso central, por lo que la identificación de nuevos moduladores del receptor D2 representa una línea de investigación relevante. En paralelo, los productos naturales continúan siendo una fuente valiosa de estructuras químicas bioactivas, ya que ofrecen una diversidad molecular difícil de reproducir por síntesis convencional. Por ello, en este trabajo se propuso un flujo de cribado virtual multietapa que combina aprendizaje automático, filtrado ADMET y acoplamiento molecular para identificar compuestos naturales con posible actividad inhibitoria sobre DRD2.

TEORÍA

La dopamina es el neurotransmisor catecolaminérgico más importante del Sistema Nervioso Central (SNC) de los mamíferos y participa en la regulación de diversas funciones como la conducta motora,

la emotiva y la afectividad, así como en la comunicación neuroendocrina (Bahena-Trujillo et al., 2000). Los receptores de dopamina pertenecen a la superfamilia de receptores acoplados a proteína G (GPCR) y se dividen en dos subfamilias sobre la base de la similitud de secuencia y los perfiles farmacológicos (Fan et al., 2020). Estos cuentan con una amplia diversidad de funciones fisiológicas, controladas por la dopamina en el cerebro y la periferia esta mediada por la familia de receptores D1, D2, D3, D4 y D5 (Beaulieu et al., 2014). El receptor D2 de dopamina es uno de los objetivos farmacológicos mejor establecidos en neurología y psiquiatría. El receptor D2 de dopamina, es punto clave en la regulación de la actividad neuronal dopaminérgica, con esto puede controlar la síntesis, liberación y captación del neurotransmisor de dopamina.

El ensamble Learning es una técnica poderosa en el campo del aprendizaje automático que busca mejorar la precisión y robustez de las predicciones al combinar múltiples modelos individuales. Cada modelo individual puede tener sus propias limitaciones y sesgos, pero al combinarlos en un ensamble, se pueden mitigar estos problemas y obtener resultados más confiables y generalizables. Los beneficios clave de crear ensambles de modelos de machine learning son: mayor precisión, mejor capacidad de generalización, reducción de sesgo y la varianza, mayor estabilidad. Un tipo específico de ensamble es el ensamble por unanimidad, que se basa en la idea de que los modelos deben estar de acuerdo en sus predicciones para que se tome una decisión final. En este enfoque, se combinan los resultados de varios modelos y la decisión final se toma solo si todos los modelos están de acuerdo. Si un modelo discrepa, la decisión se suspende o se considera no concluyente. Ya desarrollados y validados rigurosamente los modelos individuales de regresión logística (LR), support vector machine (SVM) y random forest (RF), se procede a crear un ensamble de unanimidad. Los productos naturales (NP), ofrecen características especiales en comparación con las moléculas sintéticas convencionales, lo que confiere ventajas y desafíos para el proceso de descubrimiento de fármacos. Los NP se caracterizan por una enorme diversidad de estructuras base y complejidad estructural. Estos tienen una ventaja al contar con mayor rigidez, esta puede ser valiosa en el descubrimiento de fármacos que aborden las interacciones proteína-proteína. Los NP son una de las principales fuentes de fármacos orales. Los NP están enriquecidos con compuestos “bioactivos” que cubren un área aún más amplia en comparación con las bibliotecas sintéticas de moléculas pequeñas (Atanasov et al., 2021).

El cribado virtual es un filtrado computacional (in silico) de moléculas sintéticamente accesibles depositadas en bases de datos para seleccionar potenciales candidatos de fármacos a partir de ellas. Conjunta varios métodos computacionales para la selección de los candidatos de fármacos, a través de diversos filtros, los cuales se aplican de forma secuencial en función del nivel de requerimientos computacionales que utiliza cada método y la complejidad de la información necesaria para ellos. El objetivo es reducir el tamaño del espacio químico (variaciones teóricas estructurales), lo que permite enfocarse en candidatos de fármacos promisorios para su posterior optimización, de tal forma que se busca enriquecer grupos con moléculas que posean propiedades deseables (actividad, inocuidad) y eliminar compuestos con propiedades indeseables (inactivos, reactivos, tóxicos) (Karina et al., 2011).

El cribado virtual ADMET realiza predicciones de propiedades de Absorción, Distribución, Metabolismo, Excreción y Toxicidad. Este cribado es una herramienta poderosa en la búsqueda y desarrollo de nuevos fármacos. Su importancia radica en abordar de manera temprana y eficiente las principales fallas en el desarrollo de nuevos medicamentos: las propiedades farmacocinéticas no deseables y la toxicidad. Aquí se resalta la relevancia del cribado virtual ADMET: identificación temprana de compuestos prometedores, reducción de costos y tiempo, optimización de compuestos minimización de riesgos regulatorios y la alineación con la medicina personalizada.

El acoplamiento molecular automatizado (o en inglés molecular docking) consiste en buscar la conformación y posición óptima de un ligando (por ejemplo, de una molécula orgánica pequeña) dentro de una diana molecular (por ejemplo, una enzima, un canal iónico o de un receptor acoplado a proteína G).

PARTE EXPERIMENTAL

Recuperación, limpieza y procesamiento del dataset.
Se realizó la búsqueda y se recuperó el dataset ChEMBL217, de la base de datos de bioactividad ChEMBL (Mendez et al., 2019). El dataset contiene 2,126 compuestos, con actividad biótica inhibitoria en el receptor D2 de dopamina, estos compuestos se filtraron, y se retuvieron solo los que reportaron la bioactividad como IC50 (concentración mínima inhibitoria 50, la cual es nuestra variable respuesta) y los que se obtuvieron por ensayos del tipo B (ensayo de unión), conservándose al final 548 compuestos.

Los datos de IC50, fueron transformados calculando el cologaritmo para cada compuesto, esta variable transformada, se binarizo haciendo corte en el valor de pIC50 de -3. Como variables predictoras, se calcularon 9 conjuntos de descriptores moleculares con la aplicación de acceso libre PaDEL-Descriptor (Yap, 2011). Para los descriptores 1D, 2D, y 3D fueron normalizados mediante la técnica z-score, para que todos tengan media cero y varianza 1. El resto de los conjuntos de descriptores no se les realizó ninguna transformación ya que, están compuestos solo de 0 y 1, pero si se eliminaron los descriptores de varianza cero o cercana a cero. En la figura 1 se muestra el histograma, el cual se realizó transformando los valores de IC50, sacando el cologaritmo.

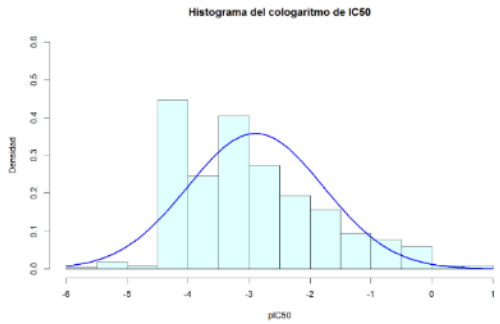


Figura 1. Histograma de la bioactividad transformada (pIC50).

En base a este histograma, se dividieron los compuestos del punto de corte (-3) a la derecha, se consideran inhibidores ya que al tener un valor de pIC50 elevado, necesita una menor concentración para inhibir el 50% del receptor D2, y del punto de corte a la izquierda se consideran como no inhibidores, ya que al ser más negativos necesitan mayores concentraciones para inhibir el 50% del receptor.

Posteriormente con estos se dividieron en un conjunto de prueba con un 30% de los compuestos y un conjunto de entrenamiento con un 70% de compuestos. Al ser deseable tener modelos sencillos, se realizó la selección de variables predictoras para el modelado, mediante un experimento de algoritmos genéticos con paquete GALGO de R (Trevino & Falciani, 2006). Con el conjunto de entrenamiento se realizó esta selección de variables por algoritmos genéticos y el entrenamiento y con el conjunto de prueba se realizó la validación del modelo (con datos no conocidos para el modelo entrenado).

Generación y validación de modelos de aprendizaje automático.
Se construyeron tres modelos de predicción (RLM, SVM y RF) para el conjunto de entrenamiento seleccionado. A continuación, se muestran los valores obtenidos posterior a la realización de la curva ROC y matriz de confusión.

Regresión Logística
En este caso, el AUC obtenido es del 73.9%, lo que indica que el modelo tiene un rendimiento razonable en la clasificación de los datos. La matriz de confusión revela que el modelo ha logrado una sensibilidad y especificidad razonable, así como una precisión aceptable.

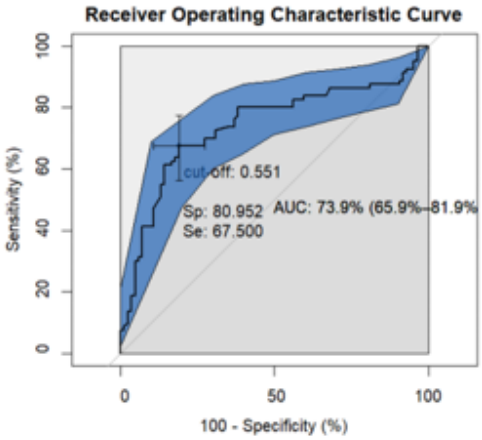


Figura 2. Curva ROC del modelo de RL con el conjunto de entrenamiento.

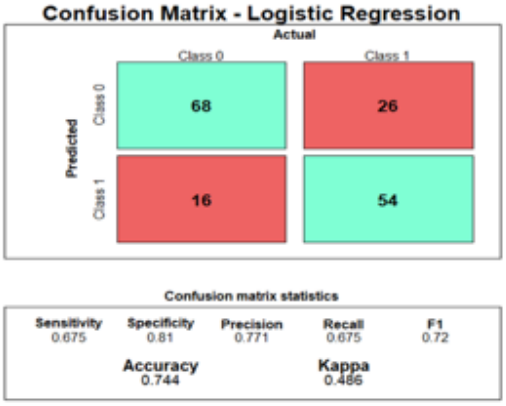


Figura 3. Matriz de confusión del modelo de RL con el conjunto de prueba.

Support Vector Machine

El AUC obtenida para este modelo es del 81.2%. Esto indica que el modelo tiene un rendimiento solido en la clasificación de los datos, ya que el AUC se encuentra en un rango considerado como alto. La matriz de confusión para este modelo muestra un rendimiento satisfactorio en términos de sensibilidad, especificidad, precisión y recall.

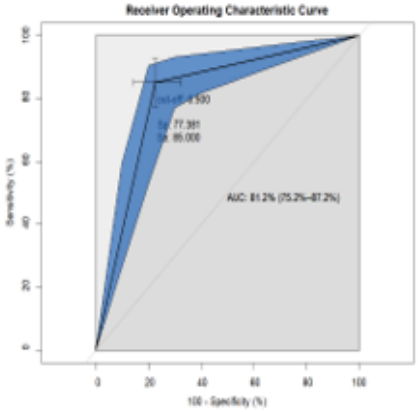


Figura 4. Curva ROC del modelo de SVM.

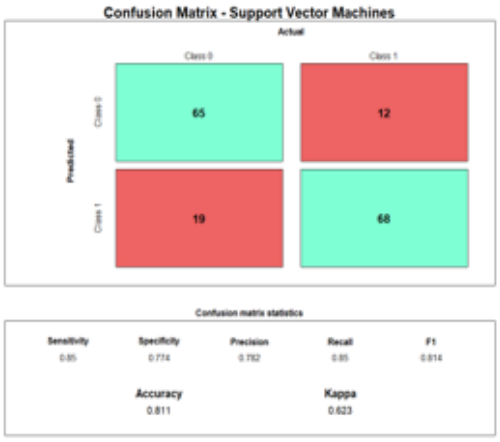


Figura 5. Matriz de confusión del modelo SVM.

Random Forest

El AUC obtenida para esta curva ROC es del 83.0%, este valor indica que el modelo RF tiene un rendimiento destacado de la clasificación de los datos ya que el AUC se encuentra en un rango considerado como alto. La matriz de confusión para RF evidencia un rendimiento aceptable en términos de sensibilidad y recall.

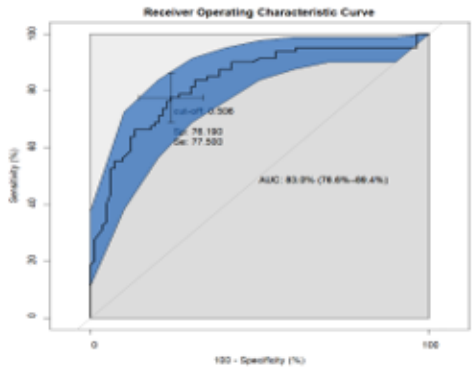


Figura 6. Curva ROC del modelo RF.

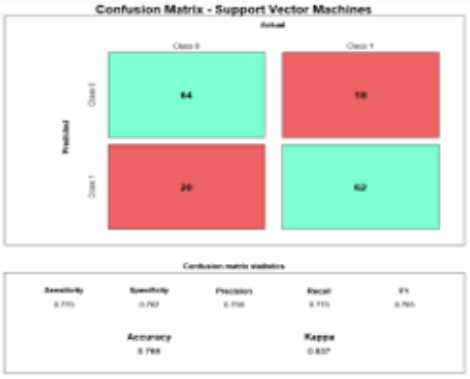


Figura 7. Matriz de confusión para RF.

RESULTADOS

Cribado por Ensamble Learning

En la tabla 1 se muestra el resumen del cribado virtual mediante un ensamble por unanimidad, en la cual se muestra la cantidad y el porcentaje de compuestos que resultaron positivos de cada base de datos filtrada (“Coconut”, “NP MRD” y “Cannabis”).

Tabla 1. Resumen de resultados del cribado ensamble Learning.

Propiedad	Coconut	NP-MRD	Cannabis	Total
Número total de compuestos	407,270	280,105	6,368	693, 743
Número de compuestos clasificados como positivos en el cribado ensamble learning	17,975	7,427	230	25,632
Porcentaje de compuestos positivos	4.41%	2.65%	3.61%	3.69%

Cribado virtual por propiedades ADMET.

Para llevar a cabo el cribado virtual ADMET, se realizaron predicciones de propiedades de Absorción, Distribución, Metabolismo, Excreción y Toxicidad mediante la utilización del servicio web ADMETlab 2.0. En la tabla 2 se muestran los resultados del cribado por propiedades ADMET.

Tabla 2. Resultados del cribado por propiedades ADMET.

Propiedad	Coconut	NP-MRD	Cannabis	Total
Total de compuestos positivos del cribado por machine learning	17, 975	7, 427	230	25, 632
Total de compuestos positivos del cribado ADMET	343	170	1	514

Acoplamiento molecular

Con el propósito de validar la capacidad inhibitoria de los compuestos previamente identificados como inhibidores potenciales del receptor D2 de dopamina (DRD2) mediante un enfoque de aprendizaje conjunto y un cribado basado en propiedades ADMET, se llevó a cabo un proceso de acoplamiento molecular entre dichos compuestos y el receptor D2 de dopamina que se muestra en la Figura 8. La estructura tridimensional del receptor se obtuvo del Banco de Datos de Proteínas (PDB) (PDB Proteína Data Bank & PDB Sum, 2022) con el identificador 6LUQ. Esta proteína se halla

en una co-cristalización con el fármaco haloperidol. En la Tabal 3 se desglosa la lista de interacciones intermoleculares proteína-fármaco.

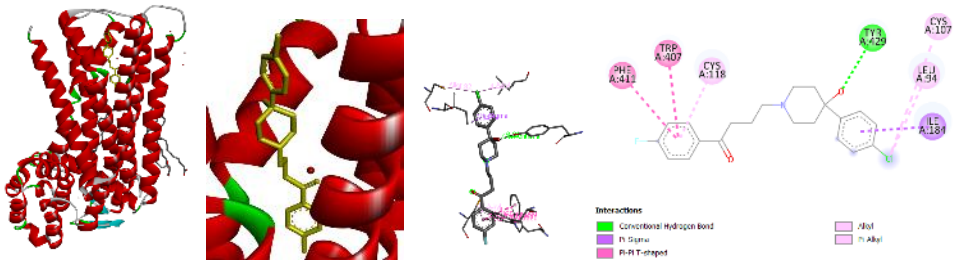


Figura 8. Estructura del receptor DRD2 (6LUQ) co-cristalizado con el fármaco haloperidol y sus interacciones.

Tabla 3. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-fármaco.

Aminoácido	LEU - 94	CYS - 107	CYS - 118	ILE - 184	TRP - 407	PHE - 411	TYR - 429
Interacción	Alquilo	Alquilo	Pi-alquilo	Pi - sigma	Pi – pi forma de T	Pi – pi forma de T	Puente de hidrógeno

Re-acoplamiento

El reacoplamiento del haloperidol con el receptor D2 a partir de sus estructuras co-cristalizadas se lleva a cabo con el propósito de validar y perfeccionar el modelo de acoplamiento molecular. Esta técnica implica volver a acoplar el ligando (haloperidol) en el sitio de unión de la proteína D2 utilizando las coordenadas de la estructura co-cristalizada como referencia. La estructura co-cristalizada proporciona una referencia experimental sólida de cómo el haloperidol se une al receptor D2. Al volver a acoplar el ligando en el mismo sitio, se verifica si el modelo de acoplamiento es consistente con la estructura cristalina. Si el reacoplamiento reproduce las interacciones observadas en la co-cristalización, confirma la validez del modelo.

La figura 9 exhibe los resultados del reacoplamiento, donde se ha calculado una energía de interacción de -10.2 kcal/mol. Es importante destacar que este procedimiento se ejecutó mediante el programa AutoDock VINA (Eberhardt et al., 2021). Tomando como centro de la caja de búsqueda las coordenadas x= 7.8991, y= 6.7315 y z= -4.9111 y como tamaños de la caja x= 52.5121, y= 46.7351 y z= 51.7790, con una exhaustividad de 8.

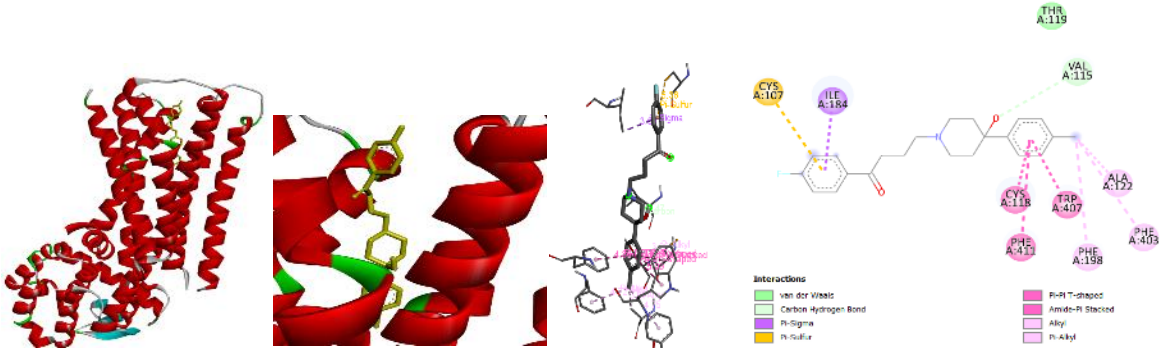


Figura 9. Resultado del reacoplamiento entre el haloperidol y DRD2.

En la tabla 4 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el haloperidol se vincula, estableciendo dichas interacciones en base a la distancia y la concordancia de los átomos entre la proteína y el compuesto farmacológico.

Tabla 4. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-haloperidol.

Aminoácido	CYS -107	VAL - 115	CYS -118	THR - 119	ALA - 122
Interacción	Pi - sulfuro	Enlace carbono - hidrógeno	Pi- pi forma de T	---	Alquilo
Aminoácido	ILE - 184	PHE - 198	PHE - 403	TRP - 407	PHE - 411
Interacción	Pi- sigma	Alquilo	Alquilo	Pi – pi forma de T	Apilamiento amida - pi

Como se observa los aminoácidos CYS-107, CYS-118, ILE-184, TRP – 407 y PHE-411 tienen interacciones con el haloperidol tanto en la estructura co-cristalizada como en el resultado del reacoplamiento lo que nos indica que el sitio de unión se predice correctamente el sitio de unión, aunque las interacciones se dan con diferentes regiones del haloperidol. Es posible que las interacciones con los aminoácidos CYS-107, CYS-118, ILE-184, TRP-407 y PHE-411 se produzcan en diferentes regiones del haloperidol debido a la adaptación del ligando a la topografía del sitio de unión. Esto no es inusual y es un fenómeno observado en estudios de acoplamiento molecular, donde los ligandos pueden cambiar su conformación para optimizar las interacciones con la proteína receptora. Dado que las estructuras co-cristalizadas están condicionadas por fuerzas de empaquetamiento inexistentes en el estado libre, el cual se persigue emular en el proceso de acoplamiento molecular.

Bases de datos

Con los resultados obtenidos del acoplamiento molecular de esta base de datos, se realizó un histograma de la energía de enlace, donde en las figuras 10 y 11 muestran la energía de enlace de cada compuesto contra su densidad de probabilidad.

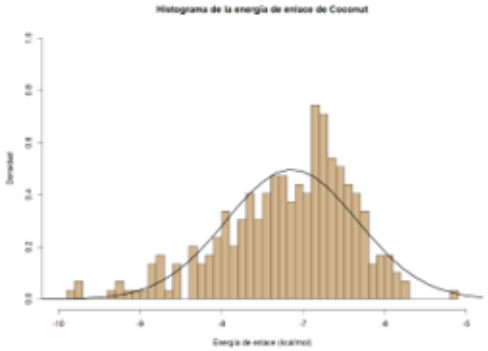


Figura 10. Histograma de la energía de enlace (kcal/mol) y la densidad de Coconut.

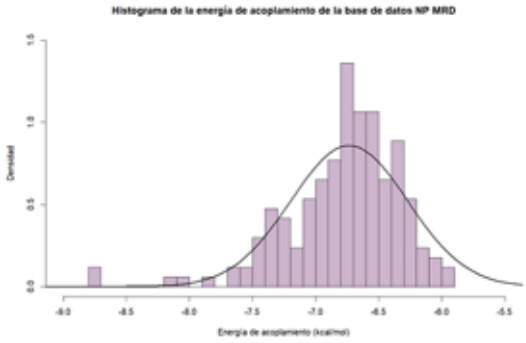


Figura 11. Histograma de la energía de enlace (Kcal/mol) y la densidad de NP-MRD.

Como resultado del cribado por el ensamble learning y del cribado ADMET, se seleccionaron tres compuestos candidatos de la base de datos de Coconut con códigos CNP0037558, CNP0061518 y CNP0280533, otros tres compuestos de la base de datos de NP-MRD, con códigos NP0017644, NP0137230 y NP0177988 y uno de la base de datos de Cannabis con código CDB000671.

Coconut Ligando CNP0037558.

La figura 12 exhibe los resultados del acoplamiento molecular, donde se ha calculado una energía de interacción de -9.7 kcal/mol.

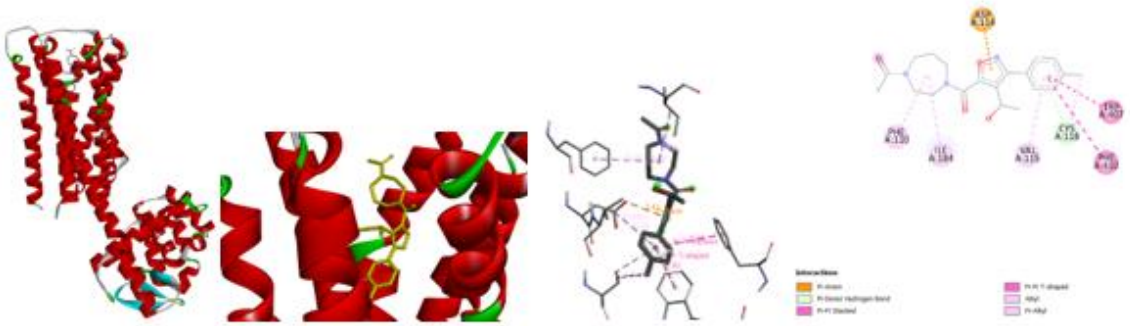


Figura 12. Resultado del acoplamiento molecular entre el compuesto CNP0037558 y DRD2.

En la tabla 5 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el compuesto CNP0037558 se vincula, estableciendo dichas interacciones en base a la distancia y la concordancia de los átomos entre la proteína y el compuesto.

Tabla 5. Lista de las interacciones intermoleculares proteína- CNP0037558.

Aminoácido	PHE – 110	ASP - 114	VAL – 115	CYS – 118	CYS – 118
Interacción	Pi - alquilo	Pi – anión	Pi - alquilo	Alquilo	Enlace de hidrógeno donante - pi
Aminoácido	ILE –184	TRP – 407	TRP – 407		
Interacción	Alquilo	Pi – pi forma de T	Pi – pi apilados		

El compuesto CNP0037558 llamado 1-{4-[3-(4-clorofenil)-4-(1-hidroxietil)-1,2-oxazol-5-carbonil-1,4-diazepan-1-il}etan-1-ona (también conocido por su nombre IUPAC 1-{4-[3-(4-clorofenil)-4-(1-hidroxietil)-1,2-oxazol-5-carbonil]-1,4-diazepan-1-il}etan-1-ona).
Pertenece a la super clase de ácidos orgánicos y derivados>clase de ácidos carboxílicos y derivados> subclase de derivados del ácido carboxílico> origen directo 2 – heteroaryl carboxamidas (Sorokina et al., 2021).

Coconut Ligando CNP0061518.
La figura 13 exhibe los resultados del acoplamiento molecular, donde se ha calculado una energía de interacción de -9.9 kcal/mol.

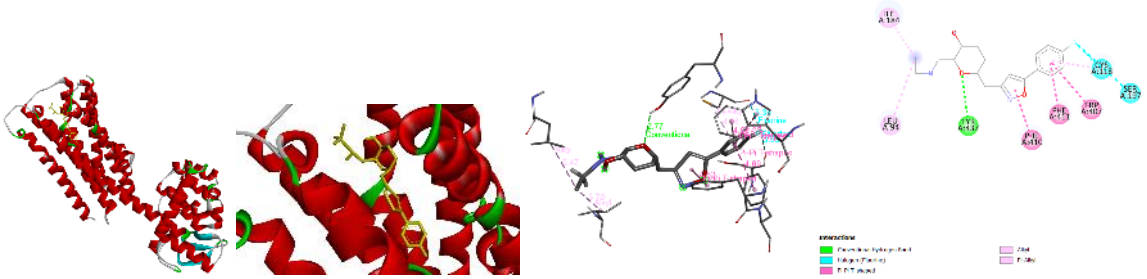


Figura 13. Resultado del acoplamiento molecular entre el compuesto CNP0061518 y DRD2.

En la tabla 6 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el compuesto CNP0061518 se vincula, estableciendo dichas interacciones en base a la distancia y la concordancia de los átomos entre la proteína y el compuesto.

Tabla 6. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-CNP0061518.

Aminoácido	LEU - 94	CYS – 118	CYS - 118	ILE – 184	SER – 197
Interacción	Alquilo	Halógeno (flúor)	Pi - alquilo	Alquilo	Halógeno (flúor)
Aminoácido	TRP – 407	PHE - 410	PHE – 411	TYR – 437	
Interacción	Pi – pi forma de T	Pi-pi forma de T	Pi – pi forma de T	Puente de hidrógeno	

El compuesto CNP0061518 llamado 2-[(etilamino)metil]-6-{[5-(4-fluorofenil)-1,2-oxazol-3-il]metil}oxan-3-ol (también conocido por su nombre IUPAC 2-[(etilamino)metil]-6-{[5-(4-fluorofenil)-1,2-oxazol-3-il]metil}oxan-3-ol).
Pertenece a la super clase de compuestos orgánicos de oxígeno> clase de compuestos organoxígenos> subclase de carbohidratos y carbohidratos conjugados> origen directo de compuestos C – glicosilo (Sorokina et al., 2021).

Coconut Ligando CNP0280533.
La figura 14 exhibe los resultados del acoplamiento molecular, donde se ha calculado una energía de interacción de -9.7 kcal/mol.

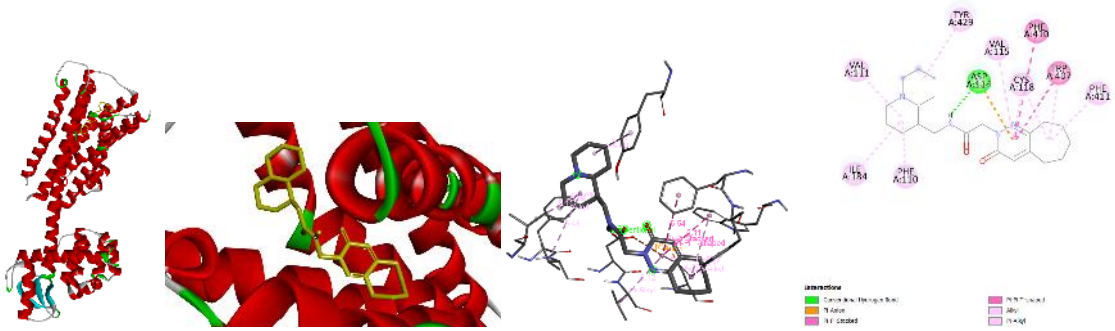


Figura 14. Resultado del acoplamiento molecular entre el compuesto CNP0280533 y DRD2.

En la tabla 7 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el compuesto CNP0280533 se vincula, estableciendo dichas interacciones en base a la distancia y la concordancia de los átomos entre la proteína y el compuesto.

Tabla 7. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-CNP0280533.

Aminoácido	PHE - 110	VAL – 111	ASP – 114	ASP – 114	VAL – 115
Interacción	Pi - alquilo	Alquilo	Puente de hidrógeno	Pi - anión	Pi - alquilo
Aminoácido	CYS – 118	CYS – 118	ILE – 184	TRP – 407	TRP – 407
Interacción	Alquilo	Pi - alquilo	Alquilo	Pi - alquilo	Pi – pi forma de T
Aminoácido	PHE – 410	PHE – 411	TYR – 429		
Interacción	Pi-pi apilados	Pi - alquilo	Pi - alquilo		

El compuesto CNP0280533 (también conocido por su nombre IUPAC N-[(octahidro-1H-quinolizina-1-il)metil]-2-{3-oxo-2H,3H,5H,6H,7H,8H,9H ciclohepta[c]piridazina-2-il}acetamida).

Pertenece a la super clase de compuestos organoheterociclicos > clase quinolizinas > origen directo quinolizinas (Sorokina et al., 2021).

NP-MRD Ligando NP0017644.
La figura 15 exhibe los resultados del acoplamiento molecular, donde se ha calculado una energía de interacción de -8.1 kcal/mol.

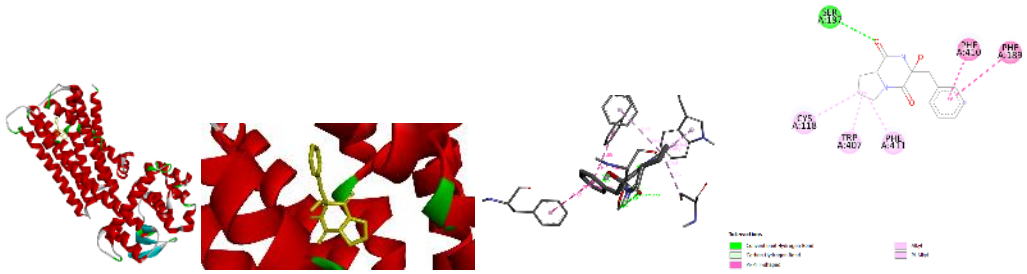


Figura 15. Resultado del acoplamiento molecular entre el compuesto NP0017644 y DRD2.

En la tabla 8 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el compuesto NP0017644 se vincula, estableciendo dichas interacciones en base a la distancia y la concordancia de los átomos entre la proteína y el compuesto.
Tabla 8. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-NP0017644.

Aminoácido	CYS – 118	PHE – 189	SER – 197	SER – 197
Interacción	Alquilo	Pi – pi forma de T	Enlace carbono - hidrógeno	Puente de hidrógeno
Aminoácido	TRP – 407	PHE – 410	PHE – 411	
Interacción	Pi – alquilo	Pi - pi forma de T	Pi – alquilo	

El compuesto NP0017644 llamado Penicilatida B (también conocida como (3S,8aR)-3-bencil-3-hidroxi-tetrahidro-2H-pirrolo[1,2-a]pirazina-1,4-diona, con nombre IUPAC (3S,8aR)-3-bencil-3-hidroxi-octahidropirrolo[1,2-a]pirazina-1,4-diona), que tiene un origen de la Penicillium sp (Youssef & Alahdal, 2018).

NP-MRD Ligando NP0137230.
La figura 16 exhibe los resultados del acoplamiento molecular, donde se ha calculado una energía de interacción de -8.8 kcal/mol.

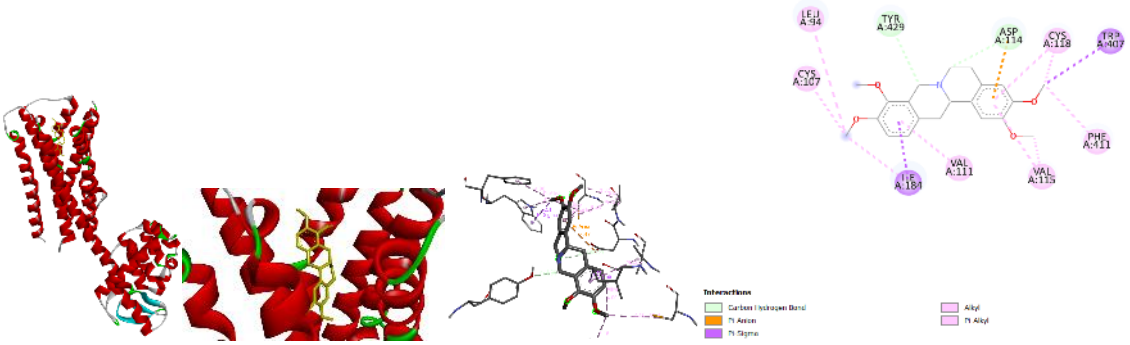


Figura 16. Resultado del acoplamiento molecular entre el compuesto NP0137230 y DRD2.

En la tabla 9 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el compuesto NP0137230 se vincula, estableciendo dichas interacciones en base a la distancia y la concordancia de los átomos entre la proteína y el compuesto.

Tabla 9. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-NP0137230.

Aminoácido	LEU – 94	CYS – 107	VAL – 111	ASP – 114	ASP – 114
Interacción	Alquilo	Alquilo	Pi - alquilo	Puente de hidrógeno	Pi - anión
Aminoácido	VAL – 115	VAL – 115	CYS – 118	CYS – 118	ILE – 184
Interacción	Alquilo	Pi – alquilo	Pi - alquilo	Alquilo	Alquilo
Aminoácido	ILE – 184	TRP – 407	TRP – 407	PHE – 411	TYR – 429
Interacción	Pi - sigma	Pi – sigma	Pi - alquilo	Pi - alquilo	Puente de hidrógeno

El compuesto NP0137230 llamado D – tetrahidropalmatina (también conocida como Palmatina o corydalis bo rotundi, con un nombre IUPAC 3,4,10,11 – tetrametoxi .7,8,12b,13 – tetrahidro – 5H – 6 – azatetrafeno).

Pertenece a la clase de compuestos orgánicos conocidos como alcaloides de protoberberine y derivados. Se trata de alcaloides con una estructura basada en una fracción de protoberberine, que consta de una fracción de 5, 6 – dihidrodibenceno fusionada a un quinolizinio y formando un esqueleto de 5, 6 – dihydrobenzo (a, g) quinolizino.

Se ha demostrado que la tetrahidropalmatina posee efectos analgésicos y puede ser beneficiosa en el tratamiento de enfermedades cardiacas y daños hepáticos. Por lo tanto, este producto está incluido en la lista negra de las autoridades sanitarias de Estados Unidos y Europa. La D – tetrahidropalmatina implica efectos negativos sobre la respiración, la actividad cardiaca y el sistema nervioso (Wishart et al., 2022).

NP-MRD Ligando NP0177988.
La figura 17 exhibe los resultados del acoplamiento molecular, donde se ha calculado una energía de interacción de -8.8 kcal/mol.

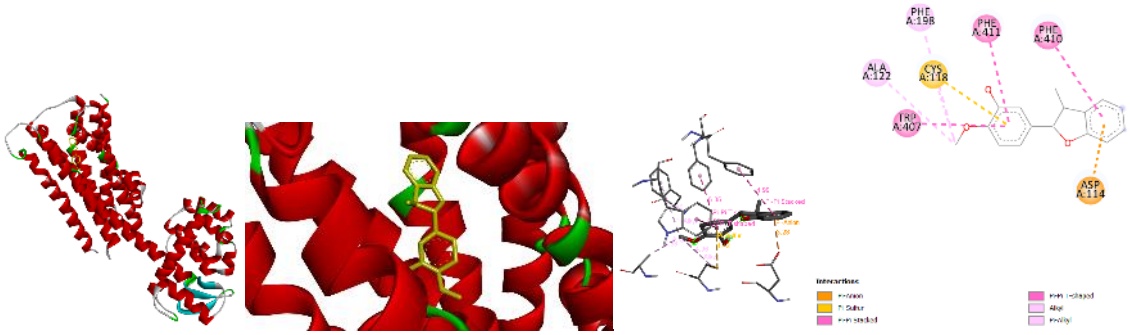


Figura 17. Resultado del acoplamiento molecular entre el compuesto NP0177988 y DRD2.

En la tabla 10 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el compuesto NP0177988 se vincula, estableciendo dichas interacciones en base a la distancia y la concordancia de los átomos entre la proteína y el compuesto.

Tabla 10. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-NP0177988.

Aminoácido	ASP - 114	CYS – 118	CYS – 118	ALA – 122
Interacción	Pi - Anión	Alquilo	Pi - azufre	Alquilo
Aminoácido	PHE – 198	TRP – 407	PHE - 410	PHE – 411
Interacción	Pi - alquilo	Pi-pi forma T	Pi - pi apilados	Pi – pi forma de T

El compuesto NP0177988 llamado 2–metoxi–5-[(2s, 3s)–3–metil–2,3–dihidro–1–benzofuran–2-il]ciclohexa–1,5–dien–1–ol (con un nombre IUPAC 2-metoxi-5-[(2S,3S)-3-metil-2,3-dihidro-1-benzofuran-2-il]ciclohexa-1,5-dien-1-ol) proviene de la Dalbergia melanoxylon.

El 2-metoxi-5-[(2S,3S)-3-metil-2,3-dihidro-1-benzofuran-2-il]ciclohexa-1,5-dien-1-ol pertenece a la clase de compuestos organicos conocidos como cumaranos. Los cumaranos son compuestos que contienen el esqueleto de cumarán, que consiste en un anillo de benceno fusionado a un Anillo de 2, 3 – dihidrofurano (Rutz et al., 2022).

Cannabis data base CDB000671.
La figura 18 exhibe los resultados del acoplamiento molecular, donde se ha calculado una energía de interacción de -6.7 kcal/mol.

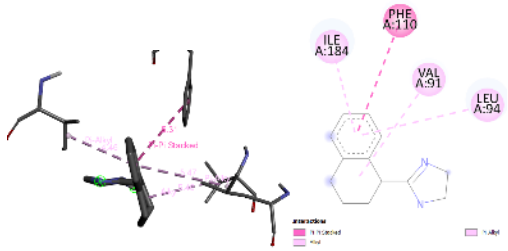


Figura 18. Resultado del acoplamiento molecular entre el compuesto CDB000671 y DRD2.

En la tabla 11 se presenta un registro detallado de los aminoácidos con los que el compuesto CDB000671 se vincula.

Tabla 11. Lista de las interacciones intermoleculares proteína-CDB000671.

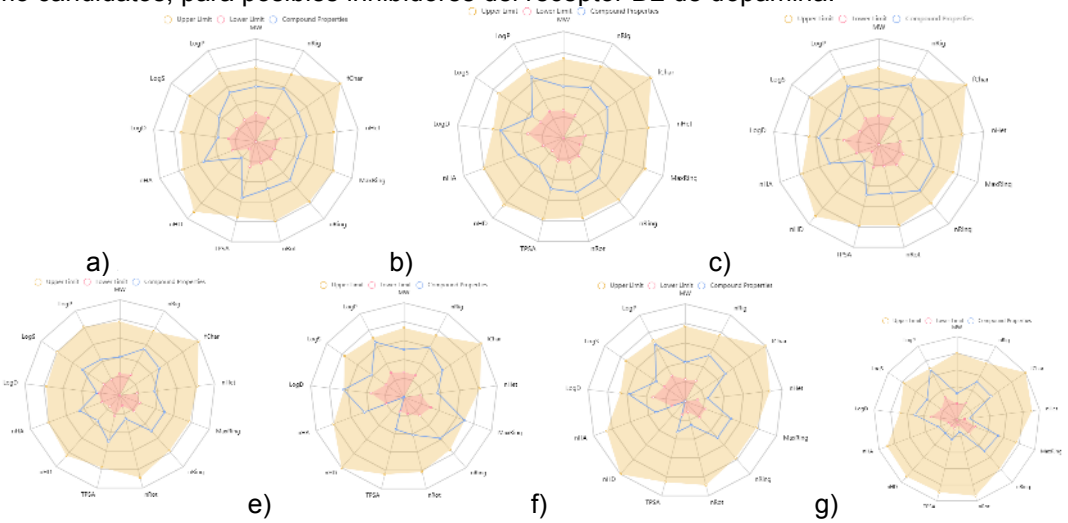
Aminoácido	VAL - 91	LEU - 94	PHE - 110	ILE -184
Interacción	Alquilo	Pi - alquilo	Pi- pi apilado	Pi - alquilo

El compuesto CDB000671 llamado Tetrahidrozolina (también conocida como Tetrizolina, con nombre IUPAC 2-[(1R)-1,2,3,4-tetrahydronaphthalen-1-yl]-4,5-dihydro-1H-imidazole), un derivado de la imidazolina, se encuentra en gotas para los ojos y aerosoles nasales de venta libre.

Pertenece a la clase de compuestos orgánicos conocidos como tetralinas. Estos son compuestos aromáticos policíclicos que contienen una unidad de tetralina, la cual consiste en la fusión de un benceno con un ciclohexano. Otros derivados incluyen nafazolina, oximetazolina y xilometazolina. La Tetrahidrozolina es un derivado de la imidazolina y tiene dos enantiómeros. Actúa como un agonista del receptor alfa-2 adrenérgico y también es un agonista del receptor imidazolina I-1. La Tetrahidrozolina se puede utilizar para tratar el enrojecimiento de los ojos causado por irritaciones menores debido a su agonismo alfa-2. El agonismo alfa-2 también puede provocar sequedad en la boca y efectos sedantes en caso de sobredosis. Además, en cantidades excesivas, la actividad de agonismo del receptor imidazolina-1 de la Tetrahidrozolina puede causar una frecuencia cardíaca lenta y una presión arterial baja. También se ha identificado como un compuesto volátil presente en muestras de cannabis obtenidas en confiscaciones policiales (Lowry & Brown, 2014; Rice & Koziel, 2015).

Diagrama de radar de los compuestos candidatos

En la Figura 19 se muestran los diagramas de radar de cada uno de los compuestos seleccionados como candidatos, para posibles inhibidores del receptor D2 de dopamina.



a) b) c) d) e) f) g)

Figura 19. Diagramas de Radar de los compuestos: a) Compuesto CNP0037558; b) Compuesto CNP0061518; c) Compuesto CNP0280533; d) Compuesto NP0017644: e) Compuesto NP0137230; f) Compuesto NP0177988 y g) Compuesto CDB000671.

Se constata que en base a los diagramas que todos los compuestos cuentan con las propiedades fisicoquímicas dentro del rango optimo. Esto ya se esperaba, ya que todos estos pasaron el filtro de las propiedades ADMET.

CONCLUSIONES

Mediante un flujo de cribado virtual multietapa se identificaron siete productos naturales con potencial para actuar como compuestos líderes dirigidos al receptor D2 de dopamina. La estrategia combinó modelos de aprendizaje automático, ensamble por unanimidad, filtrado ADMET y acoplamiento molecular, lo que permitió reducir progresivamente el espacio químico y priorizar compuestos con mejores perspectivas farmacológicas. Entre los candidatos seleccionados, los compuestos provenientes de Coconut mostraron las energías de interacción más favorables, aunque todos los compuestos priorizados presentaron interacciones relevantes con el sitio de unión del receptor. En consecuencia, este enfoque constituye una herramienta útil para orientar estudios posteriores de validación in vitro y apoyar la búsqueda de nuevos moduladores del receptor D2 de dopamina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Atanasov, A. G., Zotchev, S. B., Dirsch, V. M., Orhan, I. E., Banach, M., Rollinger, J. M., Barreca, D., Weckwerth, W., Bauer, R., Bayer, E. A., Majeed, M., Bishayee, A., Bochkov, V., Bonn, G. K., Braidy, N., Bucar, F., Cifuentes, A., D'Onofrio, G., Bodkin, M., … Supuran, C. T. (2021). Natural products in drug discovery: advances and opportunities. In Nature Reviews Drug Discovery (Vol. 20, Issue 3, pp. 200– 216). Nature Research. https://doi.org/10.1038/s41573-020-00114-z
2. Bahena-Trujillo, R., Flores, G., & Arias-Montaño, J. A. (2000). Dopamina: síntesis, liberación y receptores en el Sistema Nervioso Central. In *Rev Biomed* (Vol. 11, Issue 1). http://www.uady.mx/~biomedic/rb001116.pdf
3. Baroroh, S.Si., M.Biotek., U., Muscifa, Z. S., Destiarani, W., Rohmatullah, F. G., & Yusuf, M. (2023). Molecular interaction analysis and visualization of protein-ligand docking using
4. Beaulieu, J.-M., Espinoza, S., & Gainetdinov, R. R. (2014). *NC-IUPHAR REVIEW.* https://doi.org/10.1111/bph.12445/abstract

5. Biovia Discovery Studio Visualizer. *Indonesian Journal of Computational Biology (IJCB)*, *2*(1), 22. https://doi.org/10.24198/ijcb.v2i1.46322
6. Dassault Systemes Biovia. (2016). *Discovery Studio Modeling Enviroment. San Diego: Dassault Systèmes, 2016 Preprint at (2016)*.
7. Eberhardt, J., Santos-Martins, D., Tillack, A. F., & Forli, S. (2021). *Supporting Information AutoDock Vina 1.2.0: new docking methods, expanded force field, and Python bindings*.
8. Fan, L., Tan, L., Chen, Z., Qi, J., Nie, F., Luo, Z., Cheng, J., & Wang, S. (2020). Haloperidol bound D2 dopamine receptor structure inspired the discovery of subtype selective ligands. *Nature Communications 2020 11:1*, *11*(1), 1–11. https://doi.org/10.1038/s41467-020-14884-y
9. Karina, Q. L., Contreras, C., Contreras, S. A. M., & Scior, T. (2011). *¿Qué sabe Ud. acerca de... Cribado Virtual?.*
10. Lowry, J. A., & Brown, J. T. (2014). Significance of the imidazoline receptors in toxicology. In *Clinical Toxicology* (Vol. 52, Issue 5, pp. 454–469). Informa Healthcare. https://doi.org/10.3109/15563650.2014.898770
11. Mendez, D., Gaulton, A., Bento, A. P., Chambers, J., De Veij, M., Félix, E., Magariños, M. P., Mosquera, J. F., Mutowo, P., Nowotka, M., Gordillo-Marañón, M., Hunter, F., Junco, L., Mugumbate, G., Rodriguez-Lopez, M., Atkinson, F., Bosc, N., Radoux, C. J., Segura-Cabrera, A., … Leach, A. R. (2019). ChEMBL: Towards direct deposition of bioassay data. *Nucleic Acids Research*, *47*(D1), D930–D940. https://doi.org/10.1093/nar/gky1075
12. Morris, G. M., Ruth, H., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. (2009). Software news and updates AutoDock4 and AutoDockTools4: Automated docking with selective receptor flexibility. *Journal of Computational Chemistry*, *30*(16), 2785–2791. https://doi.org/10.1002/jcc.21256
13. O'Boyle, N. M., Banck, M., James, C. A., Morley, C., Vandermeersch, T., & Hutchison, G. R. (2011). Open Babel: An Open chemical toolbox. *Journal of Cheminformatics*, *3*(10). https://doi.org/10.1186/1758-2946-3-33
14. PDB Proteina Data Bank, & PDB Sum. (2022, November 25). *PDBTM: Banco de Datos de Proteínas de Proteínas Transmembrana* . http://pdbtm.enzim.hu/?_=/pdbtm/6luq
15. Rice, S., & Koziel, J. A. (2015). Characterizing the Smell of Marijuana by Odor Impact of Volatile Compounds: An Application of Simultaneous Chemical and Sensory Analysis. *PLoS ONE*, *10*(12). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144160
16. Rutz, A., Sorokina, M., Galgonek, J., Mietchen, D., Willighagen, E., Gaudry, A., Graham, J. G., Stephan, R., Page, R., Vondrášek, J., Steinbeck, C., Pauli, G. F., Wolfender, J. L., Bisson, J., & Allard, P. M. (2022). The LOTUS initiative for open knowledge management in natural products research. *ELife*, *11*. https://doi.org/10.7554/eLife.70780
17. Sorokina, M., Merseburger, P., Rajan, K., Yirik, M. A., & Steinbeck, C. (2021). COCONUT online: Collection of Open Natural Products database. *Journal of Cheminformatics*, *13*(1). https://doi.org/10.1186/s13321-020-00478-9
18. Torres, P. H. M., Sodero, A. C. R., Jofily, P., & Silva-Jr, F. P. (2019). Key topics in molecular docking for drug design. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 20, Issue 18). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/ijms20184574
19. Trevino, V., & Falciani, F. (2006). GALGO: An R package for multivariate variable selection using genetic algorithms. *Bioinformatics*, *22*(9), 1154–1156. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl074
20. Wishart, D. S., Sayeeda, Z., Budinski, Z., Guo, A. C., Lee, B. L., Berjanskii, M., Rout, M., Peters, H., Dizon, R., Mah, R., Torres-Calzada, C., Hiebert-Giesbrecht, M., Varshavi, D., Varshavi, D., Oler, E., Allen, D., Cao, X., Gautam, V., Maras, A., … Cort, J. R. (2022). NP-MRD: the Natural Products Magnetic Resonance Database. *Nucleic Acids Research*, *50*(D1), D665–D677. https://doi.org/10.1093/NAR/GKAB1052
21. Wishart DS, Inchehborouni G, Cao X, Guo AC, Hiebert Giesbrecht M, LeVatte M, Liigand J, Wang F, Bhumireddy S, Wang Y, Zhang J, Mandal R, & Dyck J. (n.d.). *Cannabis Database*. Retrieved May 31, 2023, from https://cannabisdatabase.ca/
22. Xiong, G., Wu, Z., Yi, J., Fu, L., Yang, Z., Hsieh, C., Yin, M., Zeng, X., Wu, C., Lu, A., Chen, X., Hou, T., & Cao, D. (2021). ADMETlab 2.0: An integrated online platform for accurate and comprehensive predictions of ADMET properties. *Nucleic Acids Research*, *49*(W1), W5–W14. https://doi.org/10.1093/nar/gkab255

23. Yang, R., Zha, X., Gao, X., Wang, K., Cheng, B., & Yan, B. (2022). Multi-stage virtual screening of natural products against p38α mitogen-activated protein kinase: predictive modeling by machine learning, docking study and molecular dynamics simulation. *Heliyon*, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10495
24. Yap, C. W. (2011). PaDEL-descriptor: An open source software to calculate molecular descriptors and fingerprints. *Journal of Computational Chemistry*, *32*(7), 1466–1474. https://doi.org/10.1002/JCC.21707
25. Youssef, D. T. A., & Alahdal, A. M. (2018). Cytotoxic and antimicrobial compounds from the marine-derived fungus, penicillium species. *Molecules*, *23*(2). https://doi.org/10.3390/molecules23020394

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y CUANTIFICACIÓN DE BTX EN LÍQUIDOS Y AEROSOLES DE CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS COMERCIALIZADOS EN MÉXICO MEDIANTE GC-MS

Eugenia Aldeco-Pérez, María Vanessa Paz-González, Carlota Ruiz-Juárez, Angelina Larios-Solís

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), S.C.,
ealdeco@cideteq.mx

RESUMEN

El presente trabajo presenta el desarrollo y aplicación de una metodología analítica para evaluar la composición química de líquidos electrónicos (e-líquidos) y aerosoles de cigarrillos electrónicos comercializados en México, con énfasis en la detección y cuantificación de benceno, tolueno y xilenos (BTX), compuestos altamente tóxicos. El estudio parte del contexto del creciente uso de dispositivos electrónicos de administración de nicotina (ENDS), promocionados como alternativas "más seguras" al tabaco convencional. Sin embargo, existe limitada regulación y etiquetado insuficiente, especialmente en México, donde aunque la comercialización está prohibida, los productos siguen disponibles.

Además, investigaciones previas han relacionado el vapeo con lesiones pulmonares (EVALI) y con la generación de compuestos tóxicos derivados del calentamiento de los líquidos a temperaturas superiores a 300 °C. Se analizaron veinte dispositivos desechables nuevos mediante la técnica de análisis de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). Para los e-líquidos se utilizaron dos métodos de extracción (agua y metanol) con inyección mediante purga y trampa; para los aerosoles se empleó desorción térmica tras generar vapor en condiciones simuladas de uso (caladas controladas). Además del análisis cualitativo, se realizó cuantificación específica de BTX mediante estándar interno. Los resultados mostraron una gran complejidad química. En los e-líquidos se identificaron entre 13 y 71 compuestos (promedio: 52 con extracción acuosa y 42 con metanol). En los aerosoles, el número fue aún mayor: entre 73 y 167 compuestos (promedio: 107). Esto confirma que durante el proceso de vaporización se generan nuevos compuestos por reacciones de descomposición, oxidación y adición. Entre los componentes frecuentes se encontraron glicerina, propilenglicol, nicotina, ácido benzoico, etanol y ésteres, así como aldehídos potencialmente tóxicos como acroleína.

En cuanto a BTX, todos los e-líquidos y aerosoles presentaron estos compuestos en diferentes concentraciones. En fase líquida, las concentraciones generalmente se mantuvieron por debajo de los límites de exposición ocupacional y por debajo de los valores promedio reportados para cigarrillos combustibles. Sin embargo, el panorama cambió en los aerosoles, que representan la vía real de exposición del usuario.

El estudio concluye que, aunque el análisis de los e-líquidos es relevante para control de calidad, la composición del aerosol es crítica para evaluar riesgos reales. La alta complejidad química y las concentraciones elevadas de BTX en aerosoles sugieren que los cigarrillos electrónicos pueden representar riesgos significativos para la salud, cuestionando su percepción como alternativa más segura al tabaco. Se enfatiza la necesidad de mayor regulación, monitoreo y estudios adicionales para proteger la salud pública.

Palabras clave: *cigarrillos electrónicos; e-líquidos; aerosol; BTX; GC-MS; benceno; tolueno; xilenos; ENDS.*

INTRODUCCIÓN

El tabaquismo representa uno de los problemas de salud pública más graves a nivel mundial. El descubrimiento de alternativas que pretendían replicar la experiencia de fumar sin emitir humo de tabaco comienza en los 60´s con la patente del cigarrillo sin tabaco de Herbert Gilbert [1]. Sin embargo, el avance tecnológico que transformó la industria llegó en 2003, con la invención del "cigarrillo electrónico atomizador" por Hon Lik en China, comercializado posteriormente por Ruyan a partir de 2013 [2].

Los dispositivos electrónicos de administración de nicotina (ENDS) han ganado una popularidad acelerada en todo el mundo, incluido México, donde se estima que el 2.6% de la población adolescente los consume [3]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó que para 2023 el uso de cigarrillos electrónicos entre adolescentes de 13 a 15 años superaba al de adultos en varios países [4]. Una revisión sistemática reciente reportó una prevalencia global de uso de ENDS de 17% (uso alguna vez) y 5% (uso actual) entre adolescentes [5], cifras que ponen de manifiesto la urgencia de generar información científica local sobre la composición y riesgo de estos dispositivos.

Los e-líquidos, soluciones que se vaporizan mediante una resistencia eléctrica que puede alcanzar temperaturas superiores a 300 °C, están compuestos principalmente por glicerina, propilenglicol, nicotina y agentes saborizantes [6,7]. Este proceso de vaporización no sólo libera los compuestos originales del e-líquido, sino que también genera nuevos productos de degradación térmica: aldehídos de bajo peso molecular como formaldehído, acetaldehído, acroleína, así como compuestos aromáticos potencialmente carcinogénicos como el benceno [8-10].

El benceno, el tolueno y los xilenos (BTX) son hidrocarburos aromáticos volátiles (HAV) de elevada toxicidad. El benceno es un carcinógeno del Grupo 1 de acuerdo a la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), asociado al desarrollo de leucemia y a daño hematopoyético [11]. El tolueno y los xilenos han sido clasificados en el Grupo 3 de la IARC, aunque producen neurotoxicidad y daño respiratorio [11]. Su presencia en los aerosoles de cigarrillos electrónicos ha sido reportada en estudios internacionales [6-8], pero en México no existían datos de caracterización química de productos localmente comercializados antes de este trabajo.

Pese a la creciente evidencia de riesgos, en México la comercialización de estos dispositivos, aunque prohibida por la Ley General para el Control del Tabaco (artículo 16, sección VI, vigente desde 2020), continúa de facto en un mercado no regulado [12]. Los reportes de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) identificaron previamente 33 compuestos en muestras de e-líquidos, pero sin datos cuantitativos [13,14]. La falta de metodologías accesibles validadas en el contexto nacional justifica el desarrollo de protocolos analíticos que puedan ser implementados en laboratorios de rutina sin equipos especializados de generación de aerosoles. Un estudio reciente de revisión sobre técnicas analíticas para la caracterización de e-líquidos y aerosoles confirma que la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas es la técnica predominante en el campo, por su idoneidad para la detección de compuestos orgánicos volátiles [15].

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar y validar una metodología analítica por GC-MS para la detección cualitativa y cuantificación de BTX en e-líquidos y aerosoles de cigarrillos electrónicos desechables disponibles en el mercado mexicano, y contribuir así a la generación de información que sustente el desarrollo de regulaciones nacionales.

METODOLOGÍA

Selección y caracterización de las muestras

Se adquirió un lote de veinte cigarrillos electrónicos desechables nuevos, prellenados, de origen comercial en México. En la etiqueta de cada dispositivo se registró la información disponible: marca, sabor, volumen de e-líquido, y, cuando indicado, el porcentaje de nicotina (hasta 50 mg/mL) y el número de caladas por dispositivo. La selección contempló una amplia variedad de sabores (Tabla 1), con el fin de evaluar la influencia del perfil de componentes saborizantes en la complejidad química de los e-líquidos y sus aerosoles.

Reactivos y equipos

Se utilizaron metanol grado HPLC (marca Karal) y agua ultrapura como solventes de extracción. El análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) se realizó en equipos Agilent, con fuente de ionización por impacto electrónico (EI) y sistemas 7890A GC/7890B, con detectores MSD 5975C y 5977A (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA). La comparación de espectros se efectuó contra la biblioteca NIST08L. Las temperaturas de la fuente de ionización y el cuadrupolo se mantuvieron a 230 °C y 150 °C, respectivamente. Se emplearon columnas DB-624 J&W Scientific (30 m × 320 mm × 1.8 µm) y DB-5MS Plus (60 mm × 0.25 mm × 0.25 µm). El horno se mantuvo a 40 °C durante 5 minutos, seguido de un gradiente de 8 °C/min hasta 240 °C sostenido por 1 minuto. Como gas acarreador se utilizó helio a flujo constante.

Preparación de muestras de e-líquido

El cartucho de cada dispositivo, que puede contener líquido libre o material absorbente impregnado con el e-líquido, fue sometido a extracción con dos solventes en forma independiente: agua orgánicamente libre y metanol HPLC. La extracción se realizó mediante sonicación durante 30 minutos, y los extractos se almacenaron en viales de vidrio sellados a 4 °C hasta su análisis. Para el análisis cromatográfico, se tomaron 500 µL de cada extracto y se diluyeron en agua libre de orgánicos hasta un volumen final de 50 mL. La inyección en el cromatógrafo se realizó a través del módulo de purga y trampa (P&T) a 40 °C durante 30 minutos.

Generación y captura de aerosoles

Los aerosoles se generaron directamente a partir de cada dispositivo simulando las condiciones de uso: se efectuaron dos caladas de 2 segundos cada una, con un intervalo de 30 segundos entre ellas, y el vapor fue capturado en tubos Tenax TA (MARKES), diseñados específicamente para la desorción térmica como sistema de inyección. Esta configuración permitió concentrar los compuestos volátiles por adsorción-desorción controlada por temperatura (325 °C/15 min), y ofreció tanto un análisis semicuantitativo de la concentración relativa de cada muestra como la cuantificación absoluta de BTX. No se utilizaron máquinas de vapeo tipo CORESTA; en su lugar se empleó un flujo de nitrógeno (N_2) de 1 L/min durante 2 segundos, con una bomba de vacío de 250 mL/min, lo que hace al protocolo replicable en cualquier laboratorio con infraestructura básica de cromatografía de gases.

Cuantificación de BTX

La cuantificación de benceno, tolueno y xilenos totales (BTX) se llevó a cabo mediante el método de estándar interno. Se construyeron curvas de calibración independientes para cada analito, y la presencia de cada compuesto fue confirmada mediante la identificación del ion primario. Los resultados de concentración en aerosoles fueron obtenidos en ng/2 caladas y convertidos posteriormente a ppm (µg/L) considerando el número de caladas y el volumen declarado para cada dispositivo. Se obtuvieron de esta manera los límites de cuantificación, cromatogramas, curvas de calibración y tiempos de retención [16,17].

RESULTADOS

Complejidad química de e-líquidos y aerosoles

El número de compuestos identificados mediante GC-MS varió significativamente entre muestras, en función del método de extracción/inyección y del dispositivo analizado (Tabla 1). Para los e-líquidos, la extracción acuosa con inyección P&T permitió identificar entre 30 y 71 compuestos (promedio: 52.3), mientras que la extracción metanólica arrojó entre 13 y 65 compuestos (promedio: 42.1). Los aerosoles analizados por desorción térmica presentaron una complejidad mucho mayor: entre 73 y 167 compuestos por muestra, con un promedio de 107.3.

Este incremento en el número de compuestos en la fase de aerosol —más del doble con respecto a los e-líquidos— es consistente con la literatura especializada, que reporta la formación de nuevos compuestos durante el proceso de vaporización, debido a reacciones de descomposición, adición y oxidación del glicerol y del propilenglicol a temperaturas superiores a 300 °C [18,19]. Estas reacciones generan sustancias potencialmente tóxicas como formaldehído, acetaldehído, acroleína, propanal, glioxal y metilglioxal.

Tabla 1. Número de compuestos detectados en e-líquidos y aerosoles por muestra.

Muestra	E-líquido (agua), P&T	E-líquido (metanol), P&T	Aerosol (desorción térmica)	Sabor declarado
1	53	47	130	Strawlemon
2	71	65	121	Energy ice
3	50	44	112	Cherry ice
4	61	58	120	Berry watermelon
5	56	41	108	Cool mint
6	63	61	100	Energy juice
7	54	52	112	Strawberry mango
8	57	51	101	Mango peach pineapple
9	54	54	115	Passion fruit
10	63	33	116	Pineapple orange guava
11	51	25	106	Kiwi coconut
12	55	57	122	Cherry cola
13	46	23	73	Blue razz ice
14	30	13	87	Coffee
15	55	32	167	Mamba
16	40	40	82	Aloe grape
17	39	37	90	Banana ice
18	51	45	104	Mint
19	49	28	87	Kiwi dragon berry
20	48	36	93	Cool mint
Promedio	**52.3**	**42.1**	**107.3**	**—**

P&T: purga y trampa. Valores expresados como número de compuestos identificados mediante coincidencia con la biblioteca NIST08L.

Identificación semicuantitativa de componentes principales

Del análisis semicuantitativo de los aerosoles (expresado en equivalentes de tolueno), se encontró que al menos siete componentes están presentes de forma consistente en la mayoría de las muestras con las mayores concentraciones estimadas: glicerina, ácido benzoico, nicotina, propilenglicol, etanol, éster etílico del ácido butanóico y acetato de etilo. Un grupo secundario incluye aldehídos alifáticos y aromáticos, frecuentemente asociados a los saborizantes o a reacciones de descomposición, así como terpenos relacionados con los perfiles de sabor y aroma. La acroleína o alguno de sus derivados (metacroleína, 2-propen-1-ol) fue detectada en 14 de 20 muestras de aerosol, lo que resulta especialmente relevante dado su conocido potencial inmunosupresor y carcinogénico [20,21].

Cuantificación de benceno, tolueno y xilenos (BTX)

La Tabla 2 resume los daños a la salud humana asociados a los BTX, de acuerdo con la clasificación de los CDC y la IARC:

Tabla 2. BTX y daños a la salud humana asociados.

Analito	Daño a la salud humana
Benceno	Carcinógeno humano (IARC Grupo 1); afecta el sistema nervioso central y los órganos hematopoyéticos; asociado a leucemia.
Tolueno	Neurotóxico; afecta el sistema nervioso central; clasificado IARC Grupo 3.
Xilenos	Irritante; produce dificultad respiratoria, daño pulmonar y hepático; clasificado IARC Grupo 3.

Tabla 3. Concentraciones de BTX en e-líquidos y aerosoles, y parámetros de referencia.

Compuesto	Parámetros de referencia		Concentraciones experimentales (ppm)		
	PEL* (ppm)	STEL# (ppm)	E-líquido agua (ppm)	E-líquido metanol (ppm)	Aerosol estimado (ppm)
Benceno	1	5	0.072–0.680	0.180–0.817	0.517–9.562
Tolueno	10	150	0.088–2.562	0.278–4.355	0.115–130.618
Xilenos†	100	150	0.163–17.981	0.778–15.429	0.799–165.555

** PEL: Concentración máxima permitida como promedio ponderado en el tiempo de 8 horas [OSHA]. # STEL: Promedio ponderado en el tiempo de exposición de 15 minutos, no excedible en ningún momento de la jornada laboral [OSHA]. † Se cuantificaron m- y p-xilenos. Los valores se presentan en ppm; Min = valor mínimo obtenido; Max = valor máximo obtenido.*

Para el benceno, las muestras de e-líquido —tanto en extracción acuosa como metanólica— presentaron concentraciones por debajo del promedio reportado en cigarrillos combustibles y dentro de los límites PEL y STEL. Sin embargo, en los aerosoles el panorama fue distinto: el 60% de las muestras superó la concentración media encontrada en cigarrillos combustibles [Pandey & Kim, 2010], el 80% superó el PEL, y el 15% superó el STEL. Para el tolueno, las fases líquidas permanecieron por debajo de los valores de referencia, pero en aerosoles el 55% superó la concentración media en cigarrillos y el 45% excedió el PEL, con el valor máximo registrado

alarmantemente cercano al STEL (130.6 ppm vs. 150 ppm). Para los xilenos, el 90% de las muestras de aerosol presentó concentraciones superiores a las encontradas en cigarrillos combustibles, y una muestra (muestra 7) superó tanto el PEL como el STEL.

DISCUSIÓN

Complejidad química y transformación durante la vaporización

El hallazgo central de este estudio que los aerosoles contienen entre dos y tres veces más compuestos que los e-líquidos originales es consistente con investigaciones previas que documentan la transformación química que ocurre durante la aerosolización [9,10]. El calentamiento del propilenglicol y el glicerol a temperaturas superiores a 300 °C produce una cascada de reacciones de degradación térmica que generan compuestos que no estaban presentes en el e-líquido de origen. Entre estos productos de degradación destacan los aldehídos de bajo peso molecular, de especial relevancia toxicológica por su potencial irritante y carcinogénico.

La mayor capacidad de detección del método de desorción térmica frente al P&T también contribuye parcialmente al incremento en el número de compuestos identificados en la fase de aerosol. Sin embargo, la magnitud de la diferencia en promedio más de 50 compuestos adicionales no puede explicarse únicamente por diferencias metodológicas, lo que refuerza la hipótesis de la transformación química activa durante el vapeo [16].

Riesgo asociado a los BTX en aerosoles

La presencia de benceno carcinógeno IARC Grupo 1 y además, en concentraciones que superaron el PEL en el 80% de las muestras de aerosol es el hallazgo de mayor relevancia desde el punto de vista de salud pública. El benceno se ha identificado previamente en aerosoles de ENDS; Pankow et al. [8] reportaron la formación de benceno en cigarrillos electrónicos y señalaron la degradación del benzoato de bencilo y del alcohol bencílico como posibles rutas de formación. Moussa et al. [6] describieron un efecto de amplificación de las emisiones de benceno en combinaciones específicas de mezclas de e-líquidos, lo que sugiere que la composición del saborizante puede modular significativamente la generación de este carcinógeno.

Es importante contextualizar estos hallazgos. El Límite de Exposición Permisible (PEL) y el Límite de Exposición de Corto Plazo (STEL) de la OSHA fueron diseñados para entornos laborales con contaminantes diluidos en el aire, donde el trabajador respira normalmente durante una jornada de 8 horas [22]. El acto de vapear difiere fundamentalmente de esta condición: introduce una mezcla de sustancias aerosolizadas directamente al sistema respiratorio a través de la boca, pudiendo realizarse en modalidad boca-pulmón o directa al pulmón, lo que implica una exposición más concentrada e íntima [23-26]. Por esta razón, una comparación directa con PEL/STEL debe considerarse únicamente como una estimación general y conservadora del riesgo, no como una medición toxicológica precisa. Para una evaluación de riesgo rigurosa, se recomienda el uso del Modelo de Exposición al Consumidor (CEM) desarrollado por la EPA de los EUA [27], que permite calcular la Tasa de Dosis Aguda (ADR), la Tasa de Dosis Crónica (CDR) y la Dosis Diaria Promedio de por Vida (LADD) para escenarios de exposición directa e indirecta.

Limitaciones de la comparación con cigarrillos combustibles

Los valores promedio de BTX en cigarrillos combustibles reportados por Pandey y Kim [18] se utilizaron como segundo parámetro de referencia comparativa, dado que, hasta la fecha, no existen límites específicos de exposición regulados para ENDS en sus fases de e-líquido o aerosol. Si bien esta comparación tiene valor orientativo, es metodológicamente compleja porque implica diferentes volúmenes de muestreo, número de caladas, y condiciones de generación del aerosol. Por ello, los resultados de concentración en aerosoles se expresan siempre como estimaciones [16,17]. Las variables que modularían la exposición real incluyen: volumen de inhalación, altitud de consumo, tamaño de partícula, hábitos del usuario, capacidad pulmonar, estado de salud, características técnicas del dispositivo y calidad del e-líquido.

Implicaciones para la población vulnerable

México presenta un contexto de particular preocupación: el 2.6% de la población adolescente consume ENDS [3], en un mercado no regulado donde la accesibilidad de los productos es elevada. Los adolescentes y niños son consumidores directos o, en muchos casos, consumidores pasivos involuntarios, expuestos a los aerosoles generados por terceros. La OMS ha documentado que el diseño de los dispositivos desechables colores llamativos, sabores frutales, precio bajo está orientado precisamente a este segmento de la población [4]. Como referencia internacional, el 1 de junio de 2025 entró en vigor en Inglaterra la prohibición de la venta de cigarrillos electrónicos desechables con y sin nicotina, justamente por sus características de atracción hacia menores [28].

La presencia de BTX a cualquier concentración en dispositivos de inhalación profunda no es deseable. El benceno, al ser un carcinógeno sin umbral de seguridad conocido, implica que cualquier nivel de exposición conlleva un riesgo, aunque sea pequeño. Adicionalmente, los efectos aditivos o sinérgicos de la mezcla de compuestos presentes en el aerosol BTX, acroleína, nicotina, aldehídos, terpenos— no han sido suficientemente estudiados en el contexto del vapeo [24-26].

Validación metodológica y alcance del protocolo

La metodología desarrollada en este trabajo combina la inyección por purga y trampa para e-líquidos con la desorción térmica en tubos Tenax para aerosoles, sin requerir máquinas de vapeo tipo CORESTA. El propio estándar CORESTA reconoce que el método de generación y colecta de aerosoles no es el único. Estudios previos de benzeno en ENDS han empleado métodos de muestreo de tres caladas para prevenir la acumulación de contaminantes en el dispositivo [29-31]; el uso de dos caladas en el presente protocolo representa una aproximación inicial eficaz que mantiene el equipo en condiciones reproducibles y previene el sobrecalentamiento de la resistencia.

La revisión reciente de Rantaša et al. [15] confirma que GC y LC acopladas a espectrometría de masas son las técnicas analíticas predominantes para la caracterización de e-líquidos y aerosoles, siendo GC-MS la más adecuada para compuestos orgánicos volátiles. El protocolo propuesto en este trabajo es accesible para cualquier laboratorio con infraestructura básica de GC-MS, lo que facilita su adopción para vigilancia regulatoria en mercados emergentes.

CONCLUSIONES

Este estudio demuestra que los cigarrillos electrónicos desechables comercializados en México contienen una mezcla química compleja tanto en su fase líquida como en los aerosoles que generan. Los principales hallazgos son:

1. Los e-líquidos contienen entre 13 y 71 compuestos; los aerosoles, entre 73 y 167, lo que puede considerarse su origen de una transformación química significativa durante el proceso de vaporización.
2. El benceno (carcinógeno IARC Grupo 1) fue detectado en concentraciones que superaron el PEL de la OSHA en el 80% de las muestras de aerosol. El tolueno superó el PEL en el 45% y los xilenos en el 5% de las muestras.
3. La acroleína o sus derivados fue detectada en 14 de 20 muestras de aerosol, añadiendo una carga tóxica adicional a la mezcla inhalada.
4. La metodología propuesta (P&T para e-líquidos + desorción térmica para aerosoles), sin uso de máquinas CORESTA, es accesible, reproducible y validada, siendo aplicable en laboratorios con infraestructura básica de GC-MS.
5. Los hallazgos sustentan la necesidad de políticas regulatorias específicas para el control de calidad química de los ENDS comercializados en México, con énfasis en la protección de adolescentes y población joven.

Este trabajo constituye un punto de partida para la investigación local sobre vapeo. Se requieren estudios adicionales con mayor número de muestras, diferentes marcas y tecnologías de

dispositivos, así como estudios de toxicidad crónica y monitoreo de usuarios a largo plazo para establecer los parámetros de referencia más adecuados para este complejo sistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Herbert, G. Smokeless Non-Tobacco Cigarette US Patent 3200819, 17 August, 1965.
2. Hon, L. (2013). Electronic Atomization Cigarette. U.S. Patent 8490628B2.
3. Barrera-Núñez, D., López-Olmedo, N., Zavala-Arciniega, L., Barrientos-Gutiérrez, I., & Reynales-Shigematsu, L. M. (2023). Tobacco consumption and e-cigarette use in Mexican adolescents and adults. Ensanat Continua 2022. Salud Pública de México, 65, 565–574.
4. World Health Organization. (2023). WHO Report on the Global Tobacco Epidemic, 2023: Protect People from Tobacco Smoke. WHO.
5. Izquierdo-Condoy, J. S., et al. (2024). E-cigarette use among adolescents in Latin America: A systematic review of prevalence and associated factors. Tobacco Prevention & Cessation, 2024.
6. Moussa, F., Hayeck, N., Hajir, S., El Hage, R., Salman, R., Karaoghlanian, N., & Saliba, N. A. (2024). Enhancement of Benzene Emissions in Special Combinations of Electronic Nicotine Delivery System Liquid Mixtures. Chemical Research in Toxicology, 37, 227–233.
7. Ito, H., Shigeto, A., & Hashizume, T. (2024). A solvent-free squeezing method for extraction of collected mass from aerosols of electronic cigarettes and heated tobacco products. Journal of Chromatography A, 1727, 465009.
8. Pankow, J. F., Kim, K., McWhirter, K., Luo, W., Escobedo, J. O., Strongin, R. M., Duell, A. K., & Peyton, D. H. (2017). Benzene formation in electronic cigarettes. PLOS ONE, 12(3), e0173055
9. Travis, N., Knoll, M., Cook, S., Oh, H., Cadham, C. J., Sánchez-Romero, L. M., & Levy, D. T. (2023). Chemical Profiles and Toxicity of Electronic Cigarettes: An Umbrella Review and Methodological Considerations. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20, 1908.
10. Narimani, M., Adams, J., & da Silva, G. (2022). Toxic Chemical Formation during Vaping of Ethyl Ester Flavor Additives: A Chemical Kinetic Modeling Study. Chemical Research in Toxicology, 35, 522–528.
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2024). Benzene, toluene, and xylenes: health effects. https://www.cdc.gov/spanish/index.html
12. Diario Oficial de la Federación (2020, 19 de Febrero). Ley General para el Control del Tabaco. DOF. https://www.dof.gob.mx
13. COFEPRIS. (2022). COFEPRIS detecta en vapeadores sustancias tóxicas no declaradas en empaques. https://www.gob.mx/cofepris
14. COFEPRIS. (2022). Análisis cromatográfico detecta sustancias tóxicas en vapeadores. https://www.gob.mx
15. Rantaša, M., Majer, D., & Finšgar, M. (2025). A review of analytical techniques for the determination of e-liquid and electronic cigarette aerosol composition. Journal of Chromatography A, 1748, 465859. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2025.465859
16. Svarch-Pérez, A., Paz-González, M. V., Ruiz-Juárez, C., Olvera-Chacón, J. C., Larios-Solís, A., Castro-Gaytán, S., Aldeco-Pérez, E., & Alcocer-Varela, J. C. (2024). Methods for a Non-Targeted Qualitative Analysis and Quantification of Benzene, Toluene, and Xylenes by Gas Chromatography-Mass Spectrometry of E-Liquids and Aerosols in Commercially Available Electronic Cigarettes in Mexico. International Journal of Environmental Research and Public Health, 21(10), 1308. https://doi.org/10.3390/ijerph21101308
17. Svarch-Pérez, A., Paz-González, M. V., Ruiz-Juárez, C., Olvera-Chacón, J. C., Larios-Solís, A., Castro-Gaytán, S., Aldeco-Pérez, E., & Alcocer-Varela, J. C. (2025). Reply to Sussman et al. Comment on "Svarch-Pérez et al. Methods for a Non-Targeted Qualitative Analysis and Quantification of Benzene, Toluene, and Xylenes by Gas Chromatography-Mass Spectrometry of E-Liquids and Aerosols in Commercially Available Electronic Cigarettes in Mexico. Int. J.

Environ. Res. Public Health 2024, 21, 1308". International Journal of Environmental Research and Public Health, 22(7), 1050. https://doi.org/10.3390/ijerph22071050

18. Pandey, S. K., & Kim, K.-H. (2010). Determination of Hazardous VOCs and Nicotine Released from Mainstream Smoke by the Combination of the SPME and GC-MS Methods. The Scientific World Journal, 10, 1318–1329.
19. Omaiye, E. E., Luo, W., McWhirter, K. J., Pankow, J. F., & Talbot, P. (2022). Disposable Puff Bar Electronic Cigarettes: Chemical Composition and Toxicity of E-liquids and Synthetic Coolant. Chemical Research in Toxicology, 35, 1344–1358.
20. Upadhyay, S., Rahman, M., Johanson, G., Palmberg, L., & Ganguly, K. (2023). Heated Tobacco Products: Insights into Composition and Toxicity. Toxics, 11, 667.
21. Bekki, K., Uchiyama, S., Ohta, K., Inaba, Y., Nakagome, H., & Kunugita, N. (2014). Carbonyl Compounds Generated from Electronic Cigarettes. International Journal of Environmental Research and Public Health, 11, 11192–11200.
22. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2024). Table AC-1: Permissible Exposure Limits for Chemical Contaminants. https://www.osha.gov/
23. Beard, J. M., & Sayes, C. M. (2004). An examination of the methods and variables used in experimental design that impact the toxicological outcomes of e-cigarettes. Food and Chemical Toxicology, 193, 114999. https://doi.org/10.1016/j.fct.2024.114999
24. Howard, G. J., & Webster, T. F. (2009). Generalized concentration addition: A method for examining mixtures containing partial agonists. Journal of Theoretical Biology, 259, 469–477.
25. Kaur, G., Pinkston, R., McLemore, B., Dorsey, W. C., & Batra, S. (2018). Immunological and toxicological risk assessment of e-cigarettes. European Respiratory Review, 27, 170119.
26. Escher, B., Braun, G., & Zarfl, C. (2020). Exploring the Concepts of Concentration Addition and Independent Action Using a Linear Low-Effect Mixture Model. Environmental Toxicology and Chemistry, 39, 2552–2559.
27. Jeon, J., He, X., Shinde, A., Meister, M., Barnett, L., Zhang, Q., Black, M., Shannahan, J., & Wright, K. (2024). The role of puff volume in vaping emissions, inhalation risks, and metabolic perturbations: A pilot study. Scientific Reports, 14, 18949.
28. Creagh, M., & Department for Environment, Food, and Rural Affairs. (2025, June 1). Single-use vapes banned from 1 June 2025. UK Government. https://www.gov.uk/government/news/single-use-vapes-banned-from-1-june-2025
29. Cooperation Centre for Scientific Research Relative to Tobacco (CORESTA). (2024). Technical Guide for Aerosol Collection and Considerations When Testing E-Vapour Product Technologies (No. 25). CORESTA.
30. Cooperation Centre for Scientific Research Relative to Tobacco (CORESTA). (2015). Routine Analytical Machine for E-Cigarette Aerosol Generation and Collection—Definitions and Standard Conditions (No. 81). CORESTA.
31. International Organization for Standardization. (2018). ISO 20768:2018 Vapour Products Routine

LINEAMIENTOS DE NEUROARQUITECTURA PARA MEJORAR EL BIENESTAR EMOCIONAL DE PACIENTES PEDIÁTRICOS ONCOLÓGICOS EN LEÓN, GUANAJUATO

Valeria Silva[1] y Dulce Aurora Velázquez Vásquez[2]

[1] Universidad de la Salle Bajío, A. C., [2] Universidad de la Salle Bajío, A. C..
vale07zurita@gmail.com

RESUMEN

En León, Guanajuato, se identificó que los hospitales pediátricos de oncología continúan diseñándose bajo criterios funcionalistas, lo que limita la atención al bienestar emocional de los pacientes infantiles. Aunque existen avances internacionales y nacionales en neuroarquitectura aplicada a la salud, la región del Bajío aún carece de lineamientos sistematizados que integren estrategias biofílicas, multisensoriales y humanizadas. El proyecto parte de esta problemática y busca demostrar cómo el entorno arquitectónico puede convertirse en un recurso terapéutico que acompañe los procesos médicos prolongados de niñas y niños con cáncer. La investigación se desarrolló mediante un análisis interdisciplinario que integró revisión documental de casos internacionales (Australia, Reino Unido, China, Estados Unidos), nacionales (Hospital Infantil Teletón de Oncología) y locales (Hospital Pediátrico de León y hospitales privados de la región). Se empleó un marco teórico sustentado en neuroarquitectura, fenomenología del espacio y diseño basado en evidencia, complementado con aportes de filosofía, sociología, geografía y antropología. Se definieron variables arquitectónicas clave como iluminación natural, color, biofilia, espacialidad abierta y diseño multisensorial además se evaluó su impacto en la reducción de ansiedad, estrés y percepción del dolor en pacientes pediátricos. Los resultados muestran que la incorporación de luz natural y control solar disminuye el consumo de analgésicos en un 40 %, mientras que el uso de colores cálidos y suaves favorece la calma y la orientación espacial. La integración de vegetación y jardines terapéuticos contribuye a la restauración de la atención y al bienestar emocional, mientras que los espacios abiertos y ventilados reducen la sensación de claustrofobia. El diseño multisensorial, con texturas agradables y estímulos auditivos y olfativos, se asocia a una mejor percepción del entorno hospitalario y a una disminución del dolor percibido. Estos hallazgos confirman que el entorno arquitectónico puede ser un factor determinante en la resiliencia emocional de los pacientes pediátricos oncológicos. Se concluye que la neuroarquitectura aplicada a hospitales infantiles en el Bajío representa una oportunidad para transformar la atención médica en experiencias más humanas y terapéuticas. El estudio evidencia que los lineamientos arquitectónicos deben trascender la normatividad vigente, incorporando criterios emocionales y psicológicos que fortalezcan la calidad de vida de los pacientes y sus familias. Esta propuesta se posiciona como un referente de divulgación científica que busca sensibilizar a la sociedad y a los profesionales de la salud sobre la importancia de diseñar hospitales que no solo curen con tecnología, sino también con espacios que reconforten y acompañen.

INTRODUCCIÓN

La infancia constituye una de las etapas más importantes del desarrollo humano, ya que durante este periodo se establecen procesos fundamentales relacionados con el crecimiento físico, cognitivo, emocional y social. Cuando un niño es diagnosticado con una enfermedad oncológica, estos procesos pueden verse significativamente alterados debido a la exposición constante a tratamientos médicos, hospitalizaciones prolongadas y cambios drásticos en su estilo de vida. Más allá de las consecuencias físicas derivadas de la enfermedad, el cáncer infantil representa una experiencia emocional compleja que impacta no solo al paciente, sino también a sus familiares y cuidadores.

En México, el cáncer infantil continúa siendo una de las principales causas de mortalidad por enfermedad en menores de edad. Gracias a los avances médicos y tecnológicos, las tasas de supervivencia han aumentado considerablemente durante las últimas décadas; sin embargo, este

progreso ha traído consigo nuevos desafíos relacionados con la calidad de vida de los pacientes durante el tratamiento. Los niños que reciben atención oncológica suelen permanecer largos periodos dentro de hospitales, enfrentando procedimientos invasivos, aislamiento social, incertidumbre sobre su estado de salud y cambios constantes en sus rutinas cotidianas. Estas condiciones generan respuestas emocionales como miedo, ansiedad, estrés y frustración, las cuales pueden influir directamente en su percepción del tratamiento y en su bienestar general.

Históricamente, la arquitectura hospitalaria ha sido concebida bajo criterios predominantemente funcionales, priorizando aspectos relacionados con la eficiencia operativa, el control sanitario y la optimización de recursos. Si bien estos elementos son indispensables para garantizar una adecuada atención médica, en muchos casos han relegado a un segundo plano las necesidades emocionales y psicológicas de los usuarios. Como consecuencia, numerosos hospitales continúan presentando espacios caracterizados por ambientes impersonales, iluminación artificial excesiva, ausencia de elementos naturales, recorridos monótonos y estímulos sensoriales limitados, generando entornos que pueden incrementar la percepción de estrés y ansiedad en los pacientes.

Durante los últimos años, diversas disciplinas han comenzado a cuestionar esta visión tradicional del diseño hospitalario, proponiendo enfoques centrados en la experiencia humana y en la capacidad del entorno construido para influir en el comportamiento y las emociones. Dentro de este contexto surge la neuroarquitectura, una disciplina interdisciplinaria que integra conocimientos provenientes de la arquitectura, la neurociencia, la psicología ambiental y el diseño basado en evidencia para comprender cómo los espacios afectan los procesos cognitivos, emocionales y fisiológicos de las personas [6], [11].

La neuroarquitectura plantea que elementos como la iluminación natural, el color, la acústica, la vegetación, las texturas y la organización espacial pueden generar respuestas neurológicas capaces de modificar la percepción del entorno, influyendo en los niveles de estrés, concentración, tranquilidad y bienestar emocional. Diversos estudios internacionales han demostrado que la exposición a espacios diseñados bajo estos principios puede favorecer experiencias más positivas, reducir la ansiedad y contribuir a la recuperación emocional de los usuarios, especialmente dentro de entornos de salud [12], [13].

En el ámbito hospitalario pediátrico, la aplicación de estrategias neuro arquitectónicas adquiere una relevancia particular debido a la sensibilidad emocional propia de la infancia. A diferencia de los adultos, los niños establecen vínculos más intensos con los estímulos visuales, sensoriales y espaciales que los rodean, por lo que características como la presencia de naturaleza, colores amigables, espacios lúdicos y ambientes multisensoriales pueden influir significativamente en su experiencia hospitalaria [7], [12].

A nivel internacional existen diversos ejemplos de hospitales infantiles que han incorporado exitosamente principios de neuroarquitectura y diseño humanizado, demostrando beneficios relacionados con la disminución del estrés, la mejora de la orientación espacial y el fortalecimiento del bienestar emocional de los usuarios. Sin embargo, en México la aplicación de estos criterios continúa siendo limitada y, en muchos casos, depende de iniciativas aisladas más que de lineamientos sistematizados que orienten el diseño hospitalario. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar propuestas adaptadas al contexto nacional que permitan integrar estrategias neuro arquitectónicas de manera viable, especialmente dentro de hospitales públicos donde las restricciones presupuestales suelen representar un desafío importante.

Bajo esta perspectiva, la presente investigación surge de la necesidad de explorar el potencial de la neuroarquitectura como herramienta para mejorar el bienestar emocional de pacientes pediátricos oncológicos en hospitales infantiles mexicanos. A través del análisis de referentes internacionales, la revisión de literatura especializada y la evaluación de factores arquitectónicos vinculados con la experiencia emocional de los usuarios, se busca identificar aquellos elementos espaciales capaces de generar impactos positivos en la percepción del entorno hospitalario.

El objetivo principal de este trabajo consiste en desarrollar lineamientos arquitectónicos fundamentados en principios de neuroarquitectura que puedan ser aplicados en hospitales infantiles de México, contribuyendo a la creación de espacios más humanos, accesibles y emocionalmente favorables para los pacientes. Más allá de una propuesta de diseño, la investigación pretende visibilizar la importancia de considerar el bienestar emocional como un componente fundamental dentro de la arquitectura hospitalaria contemporánea, reconociendo que los espacios también pueden formar parte del proceso de atención y acompañamiento durante la enfermedad.

TEORÍA

Neuroarquitectura: la relación entre el espacio y las emociones

Durante décadas, la arquitectura fue entendida principalmente como una disciplina orientada a resolver necesidades funcionales y espaciales. Sin embargo, los avances en neurociencia y psicología ambiental han permitido comprender que los espacios construidos no solo responden a requerimientos físicos, sino que también influyen directamente en los procesos cognitivos, emocionales y fisiológicos de las personas. Como resultado de esta convergencia interdisciplinaria surge la neuroarquitectura, un campo de estudio que analiza cómo las características del entorno afectan la actividad cerebral y el comportamiento humano [6], [11].

La neuroarquitectura parte de la premisa de que el cerebro interpreta constantemente los estímulos provenientes del ambiente. Elementos como la iluminación, el color, las texturas, la temperatura, la vegetación, los sonidos y la organización espacial son procesados por el sistema nervioso, generando respuestas emocionales específicas. De esta manera, el diseño arquitectónico puede convertirse en una herramienta capaz de favorecer sensaciones de tranquilidad, seguridad, concentración o bienestar, así como también provocar estrés, desorientación o ansiedad cuando dichos elementos no son considerados adecuadamente [6].

Uno de los principales aportes de la neuroarquitectura consiste en demostrar que el entorno construido tiene la capacidad de modificar parámetros fisiológicos relacionados con la salud. Diversas investigaciones han evidenciado que la exposición prolongada a espacios con iluminación natural favorece la regulación de los ritmos circadianos, mejora la calidad del sueño y contribuye a disminuir niveles de estrés. Del mismo modo, la presencia de elementos naturales dentro de los espacios arquitectónicos ha sido asociada con reducciones significativas en la presión arterial, la frecuencia cardiaca y la producción de cortisol, hormona comúnmente relacionada con situaciones de tensión emocional [12], [13].

Estos hallazgos han impulsado el desarrollo de estrategias de diseño centradas en el usuario, donde el objetivo principal ya no consiste únicamente en construir espacios funcionales, sino en crear ambientes capaces de mejorar la experiencia humana mediante la estimulación positiva de los sentidos y las emociones.

Psicología ambiental y bienestar emocional

La psicología ambiental constituye uno de los fundamentos teóricos más importantes de la neuroarquitectura, ya que estudia la relación entre las personas y los espacios que habitan. Esta disciplina sostiene que los individuos no perciben los entornos de manera neutral; por el contrario, interpretan constantemente las características físicas del ambiente y generan respuestas emocionales derivadas de dicha interacción [11].

Dentro de los espacios hospitalarios, estas respuestas adquieren especial relevancia debido a la vulnerabilidad física y emocional de los usuarios. Los pacientes suelen experimentar incertidumbre, preocupación y estrés asociados a su condición médica, por lo que las características del entorno pueden amplificar o reducir dichas sensaciones [12].

Factores como la percepción de seguridad, la facilidad de orientación, la privacidad, el confort acústico y la calidad visual de los espacios influyen directamente en la experiencia hospitalaria. Un

ambiente percibido como hostil, frío o excesivamente institucional puede generar sensaciones de incomodidad y ansiedad, mientras que un entorno amigable y comprensible favorece sentimientos de tranquilidad y confianza.

En el caso de los pacientes pediátricos, estas variables adquieren una importancia aún mayor debido a las características propias del desarrollo infantil. Los niños interpretan el espacio mediante estímulos sensoriales y emocionales más intensos que los adultos, estableciendo asociaciones inmediatas entre los ambientes físicos y sus experiencias personales. Por esta razón, el diseño hospitalario infantil debe considerar elementos capaces de reducir la percepción de amenaza y fomentar experiencias positivas durante la estancia médica.

Diseño basado en evidencia y hospitales humanizados

Durante los últimos años ha surgido una tendencia conocida como Diseño Basado en Evidencia (Evidence-Based Design), la cual propone utilizar información científica para fundamentar las decisiones arquitectónicas dentro de los entornos de salud. Este enfoque busca demostrar que determinadas características espaciales pueden contribuir directamente al bienestar físico y emocional de los usuarios [13].

Hospitales de distintos países han comenzado a incorporar principios derivados de esta metodología mediante estrategias enfocadas en la humanización de los espacios. La humanización hospitalaria plantea que la atención médica no debe limitarse únicamente a los tratamientos clínicos, sino considerar también las necesidades psicológicas, emocionales y sociales de pacientes, familiares y personal de salud [13].

Diversos estudios internacionales han demostrado que los pacientes que permanecen en habitaciones con acceso visual a elementos naturales presentan menores niveles de estrés y una percepción más positiva de su estancia hospitalaria. Asimismo, la incorporación de espacios destinados a la interacción social y al juego ha mostrado beneficios importantes en pacientes pediátricos, contribuyendo a reducir la ansiedad y mejorar la adaptación emocional durante los tratamientos [12].

Biofilia y diseño sensorial en hospitales infantiles

Uno de los conceptos más relevantes dentro de la neuroarquitectura es la biofilia, teoría que sostiene que los seres humanos poseen una tendencia innata a buscar conexiones con la naturaleza y otros sistemas vivos [4], [7].

La aplicación de principios biofílicos dentro de hospitales infantiles puede realizarse mediante diversas estrategias, entre ellas la incorporación de vegetación, jardines terapéuticos, iluminación natural, ventilación adecuada, materiales orgánicos y vistas hacia paisajes naturales. Estos elementos permiten reducir la sensación de aislamiento frecuentemente experimentada por los pacientes hospitalizados, generando ambientes más confortables y emocionalmente positivos [7], [12].

Complementariamente, el diseño sensorial busca estimular de manera equilibrada los sentidos mediante recursos visuales, auditivos y táctiles que contribuyan a mejorar la experiencia espacial. En el contexto pediátrico, estas estrategias pueden incluir el uso de colores suaves inspirados en la naturaleza, texturas amigables, iluminación cálida, mobiliario adaptado a la escala infantil y espacios lúdicos que favorezcan la exploración y el aprendizaje [9], [13].

La combinación entre biofilia y diseño sensorial permite desarrollar entornos hospitalarios más humanos, donde los pacientes no solo reciben atención médica especializada, sino que también encuentran espacios capaces de acompañar sus necesidades emocionales durante el tratamiento. Desde esta perspectiva, la arquitectura deja de ser un elemento pasivo para convertirse en un componente activo dentro de los procesos de bienestar y recuperación.

PARTE EXPERIMENTAL

La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque metodológico mixto, integrando herramientas cualitativas y cuantitativas con el objetivo de comprender la relación existente entre los espacios hospitalarios y el bienestar emocional de pacientes pediátricos oncológicos. La metodología se estructuró en distintas fases que permitieron recopilar, analizar y sintetizar información proveniente de fuentes documentales, referentes arquitectónicos y observaciones aplicadas al contexto hospitalario.
La primera etapa consistió en una revisión documental especializada sobre neuroarquitectura, psicología ambiental, diseño basado en evidencia y bienestar emocional en entornos hospitalarios pediátricos. Esta fase permitió establecer el marco conceptual de la investigación e identificar los factores arquitectónicos que diversos autores han relacionado con la disminución del estrés, la ansiedad y otros efectos emocionales asociados a la hospitalización prolongada.

Posteriormente se llevó a cabo un análisis comparativo de casos de estudio nacionales e internacionales reconocidos por la implementación de estrategias de diseño orientadas al bienestar de los usuarios. Entre los referentes analizados se incluyeron hospitales infantiles y centros especializados en atención oncológica que integran elementos de biofilia, iluminación natural, espacios lúdicos, diseño sensorial y programas de humanización hospitalaria. El análisis de estos proyectos permitió identificar patrones de diseño recurrentes y estrategias con potencial de adaptación al contexto mexicano.

Tabla 1. Casos de estudio analizados

Proyecto	**País**	**Estrategias identificadas**
Royal Children's Hospital	Australia	Biofilia, orientación natural, iluminación
Maggie's Centre	Reino Unido	Humanización, confort emocional
Nemours Children's Hospital	Estados Unidos	Diseño centrado en el paciente
Hospital Infantil Teletón de Oncología	México	Espacios recreativos y apoyo familiar

Con la finalidad de contextualizar los hallazgos obtenidos, se realizó una fase de observación arquitectónica enfocada en espacios hospitalarios relacionados con la atención pediátrica. Durante esta etapa se analizaron variables espaciales como iluminación, distribución, color, señalización, presencia de naturaleza, acústica y áreas de convivencia. Asimismo, se llevó a cabo un registro fotográfico que permitió documentar las condiciones observadas y compararlas con los criterios identificados en la literatura especializada.

Como complemento al análisis espacial, se aplicaron instrumentos de evaluación dirigidos a usuarios vinculados con la experiencia hospitalaria. Estos instrumentos permitieron recopilar información relacionada con percepciones emocionales, necesidades espaciales y preferencias ambientales asociadas a la estancia dentro de hospitales infantiles. La información obtenida fue organizada mediante matrices comparativas que facilitaron la identificación de patrones recurrentes entre las respuestas de los participantes.



Figura 1. Modelo conceptual de neuroarquitectura para el bienestar emocional de pacientes pediátricos oncológicos

Una vez concluida la recopilación de información, se procedió a la sistematización de resultados mediante el análisis de coincidencias entre evidencia científica, observaciones arquitectónicas y percepciones de los usuarios. Este proceso permitió identificar aquellos factores espaciales con mayor incidencia en el bienestar emocional de pacientes pediátricos oncológicos.

Finalmente, los hallazgos obtenidos fueron traducidos en una propuesta de lineamientos arquitectónicos orientados a la creación de entornos hospitalarios más humanos y emocionalmente favorables. Dichos lineamientos fueron concebidos considerando las condiciones económicas, funcionales y constructivas presentes en hospitales mexicanos, buscando generar estrategias de aplicación viable tanto en proyectos de nueva construcción como en procesos de rehabilitación y mejora de infraestructura existente.

RESULTADOS

El análisis de la información recopilada permitió identificar una relación significativa entre las características del entorno hospitalario y las emociones experimentadas por los usuarios durante su estancia médica. Los resultados obtenidos evidencian que los espacios físicos no solo cumplen una función operativa dentro de los hospitales, sino que también influyen en la percepción emocional, la sensación de confort y la experiencia general de los pacientes.

Uno de los hallazgos más relevantes se relaciona con la percepción emocional negativa asociada a los entornos hospitalarios convencionales. Los resultados mostraron que el 85.3% de los participantes asociaron la experiencia hospitalaria con sentimientos de miedo, lo que refleja el impacto psicológico que puede generar la permanencia prolongada en espacios clínicos tradicionales.

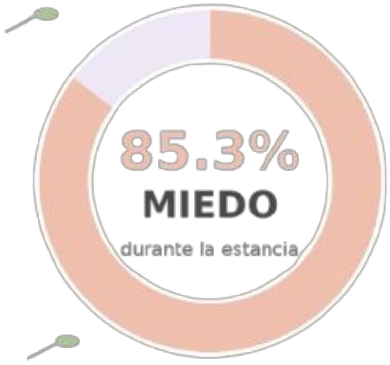


Figura 2. Percepción emocional durante la estancia hospitalaria

Este resultado pone de manifiesto la necesidad de replantear el diseño hospitalario desde una perspectiva centrada en el usuario, considerando que la configuración espacial puede actuar como un factor adicional de estrés dentro del proceso terapéutico.

De manera complementaria, los participantes señalaron que la incorporación de elementos naturales, iluminación adecuada y ambientes visualmente agradables contribuiría significativamente a mejorar su experiencia dentro de los hospitales. Entre las estrategias más valoradas destacaron la presencia de vegetación, el acceso a iluminación natural y la utilización de colores inspirados en la naturaleza.

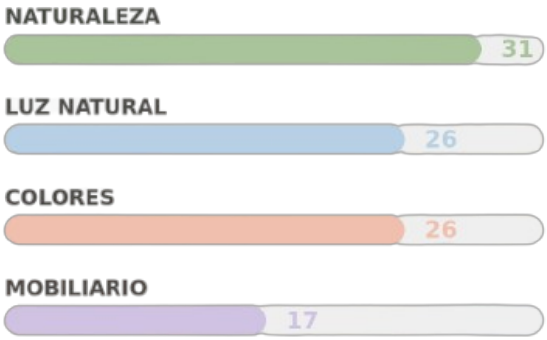


Figura 3. Mejoras prioritarias para el hospital

Los resultados también evidenciaron que las características físicas del entorno tienen la capacidad de modificar el estado emocional de los usuarios. Una proporción considerable de los participantes indicó que los espacios influyen directamente en sus cambios de ánimo, confirmando la importancia de considerar factores sensoriales dentro del diseño arquitectónico hospitalario.

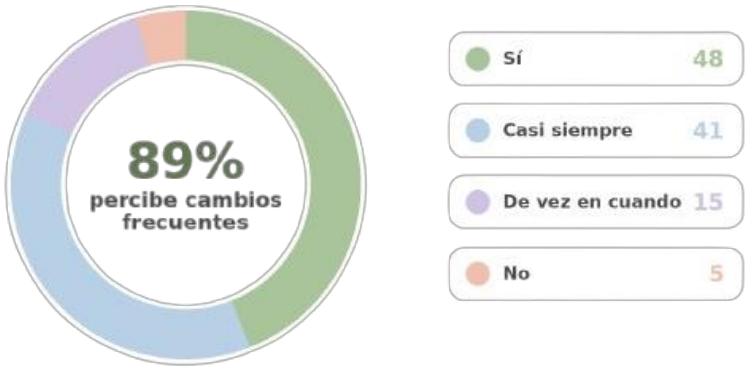


Figura 4. Cambios de ánimo asociados al entorno hospitalario

A partir de la integración entre evidencia científica, análisis comparativo y resultados obtenidos en la evaluación de usuarios, se identificaron seis variables prioritarias para la generación de ambientes hospitalarios emocionalmente favorables. Estas variables dieron origen a los lineamientos arquitectónicos propuestos por la investigación.



Figura 5. Lineamientos neuro arquitectónicos propuestos

Cada uno de estos lineamientos responde a necesidades emocionales detectadas durante el proceso de investigación y busca contribuir a la reducción del estrés, la ansiedad y la percepción negativa asociada a la hospitalización. Además, se diseñaron considerando criterios de viabilidad económica y facilidad de implementación, permitiendo su adaptación a hospitales públicos y privados dentro del contexto mexicano.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió comprobar que el diseño arquitectónico influye directamente en el bienestar emocional de pacientes pediátricos oncológicos. A partir del análisis teórico, la revisión de referentes nacionales e internacionales, la observación de espacios hospitalarios y la

interpretación de los resultados obtenidos, se confirma que el entorno físico no es un elemento neutral dentro del proceso médico, sino un factor capaz de influir significativamente en las emociones, percepciones y experiencias de los usuarios. En consecuencia, la arquitectura puede convertirse en una herramienta complementaria dentro de los procesos de atención hospitalaria, contribuyendo a la reducción del estrés, la ansiedad y otras respuestas emocionales negativas asociadas a la enfermedad y a la hospitalización prolongada.

Los resultados obtenidos evidenciaron que una proporción importante de los participantes asocia la estancia hospitalaria con sentimientos de miedo, tensión e incomodidad, situación que pone de manifiesto la necesidad de replantear los criterios tradicionales de diseño hospitalario. Durante décadas, los hospitales han sido concebidos principalmente bajo parámetros funcionales, técnicos y operativos, dejando en segundo plano las necesidades emocionales de los pacientes. Sin embargo, cuando se trata de niños que atraviesan tratamientos oncológicos complejos, el entorno construido adquiere una relevancia especial, ya que se convierte en uno de los espacios donde pasan gran parte de su tiempo y construyen experiencias vinculadas a su proceso de recuperación.

La investigación permitió identificar qué elementos como la iluminación natural, la biofilia, el color terapéutico, el confort acústico, los espacios lúdicos y el diseño sensorial poseen un impacto positivo en la percepción emocional de los usuarios. Estos factores fueron recurrentemente señalados como estrategias capaces de generar ambientes más agradables, seguros y humanizados. Asimismo, se observó que la presencia de estímulos naturales, espacios de interacción y condiciones ambientales adecuadas favorece sentimientos de tranquilidad, acompañamiento y bienestar, contribuyendo a disminuir la percepción negativa que tradicionalmente se asocia con los hospitales.

A partir de estos hallazgos se desarrollaron lineamientos neuro arquitectónicos orientados a la creación de espacios hospitalarios más sensibles a las necesidades emocionales de los pacientes pediátricos oncológicos. Dichos lineamientos buscan servir como una herramienta de apoyo para futuros proyectos arquitectónicos, intervenciones de mejora y procesos de rehabilitación de infraestructura hospitalaria. Más que representar una propuesta estética, constituyen una estrategia basada en evidencia científica que integra conocimientos provenientes de la neuroarquitectura, la psicología ambiental y el diseño centrado en el usuario [6], [11], [13].

Una aportación relevante de esta investigación consiste en que los lineamientos fueron desarrollados considerando no solamente los beneficios emocionales de cada intervención, sino también su viabilidad económica dentro del contexto mexicano. Es importante reconocer que gran parte de los hospitales públicos enfrentan limitaciones presupuestales que dificultan la ejecución de proyectos de gran escala. Por esta razón, la propuesta contempla estrategias de alto impacto emocional y bajo o mediano costo, permitiendo su implementación progresiva sin requerir transformaciones estructurales complejas.

Entre estas estrategias se encuentran la incorporación de vegetación de bajo mantenimiento, la optimización de la iluminación natural existente, la aplicación de paletas cromáticas terapéuticas, el uso de materiales con propiedades acústicas accesibles, la adecuación del mobiliario a la escala infantil y la generación de espacios lúdicos multifuncionales. Estas acciones demuestran que la humanización hospitalaria no depende exclusivamente de grandes inversiones económicas, sino de decisiones de diseño conscientes que prioricen la experiencia emocional del usuario.

Asimismo, la investigación reconoce que los beneficios de la neuroarquitectura no se limitan únicamente a los pacientes. Un entorno hospitalario diseñado bajo criterios de bienestar puede generar impactos positivos en familiares, cuidadores y personal médico, favoreciendo ambientes más confortables, reduciendo tensiones emocionales y fortaleciendo la calidad de la interacción entre los distintos usuarios del espacio. Desde esta perspectiva, el hospital puede entenderse como un ecosistema humano donde cada decisión arquitectónica influye en la experiencia colectiva de quienes lo habitan.

De igual forma, este trabajo contribuye a fortalecer la discusión sobre la importancia de incorporar criterios de diseño centrados en el bienestar emocional dentro de la arquitectura hospitalaria mexicana. Aunque en los últimos años han surgido iniciativas relacionadas con la humanización de espacios de salud, todavía existe una limitada integración de principios neuro arquitectónicos dentro de los procesos de diseño y planeación hospitalaria. En este sentido, la investigación aporta una base conceptual y práctica que puede servir como referencia para futuras intervenciones en hospitales infantiles del país.

Finalmente, se concluye que la neuroarquitectura representa una oportunidad para transformar la manera en que se conciben los espacios destinados a la atención pediátrica oncológica. La evidencia obtenida demuestra que el entorno construido puede influir positivamente en la experiencia hospitalaria cuando se diseña considerando las necesidades cognitivas, sensoriales y emocionales de los usuarios. Los lineamientos propuestos permiten visualizar una arquitectura más humana, inclusiva y empática, capaz de complementar la atención médica mediante la creación de ambientes que favorezcan la tranquilidad, la seguridad y el bienestar emocional.

En síntesis, diseñar hospitales infantiles desde la neuroarquitectura implica reconocer que sanar no depende únicamente de los tratamientos médicos, sino también de los espacios donde dichos tratamientos tienen lugar. La arquitectura, cuando se fundamenta en evidencia científica, sensibilidad social y viabilidad económica, tiene el potencial de transformar la experiencia hospitalaria, convirtiendo lugares asociados al miedo y la incertidumbre en entornos que acompañen, dignifiquen y mejoren la calidad de vida de los pacientes y sus familias. Este trabajo demuestra que es posible diseñar con propósito, utilizando la arquitectura como una herramienta capaz de contribuir al bienestar emocional de quienes enfrentan uno de los desafíos más complejos de la infancia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Academy of Neuroscience for Architecture. (2021). About ANFA. ANFA. https://www.anfarch.org
2. American Cancer Society. (2024). Cancer in children. American Cancer Society. https://www.cancer.org
3. Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. Building and Environment, 89, 118–133. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.013
4. Browning, W. D., Ryan, C. O., & Clancy, J. O. (2014). 14 Patterns of Biophilic Design. Terrapin Bright Green.
5. Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia. (2023). Cáncer infantil en México. Secretaría de Salud. https://www.gob.mx/salud
6. Eberhard, J. P. (2009). Brain landscape: The coexistence of neuroscience and architecture. Oxford University Press.
7. Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2008). Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life. John Wiley & Sons.
8. Lester, B. M., & Sparrow, J. D. (2010). Nurturing children and families: Building on the legacy of T. Berry Brazelton. Wiley-Blackwell.
9. López-Chao, V., Amado Lorenzo, A., & Rodríguez-Herrero, P. (2019). Neuroarchitecture and education: A review of the literature. Frontiers in Psychology, 10, 1–12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01955
10. Organización Mundial de la Salud. (2023). Cáncer infantil. Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int
11. Sternberg, E. M., & Wilson, M. A. (2006). Neuroscience and architecture: Seeking common ground. Cell, 127(2), 239–242. https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.10.012
12. Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science, 224(4647), 420–421. https://doi.org/10.1126/science.6143402
13. Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H., Choi, Y., Quan, X., & Joseph, A. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. Health Environments Research & Design Journal, 1(3), 61–125.

14. World Health Organization. (2021). Global initiative for childhood cancer. WHO. https://www.who.int

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE DURANTE EL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE FRENADO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ

Luis Ricardo Morales Juárez, Cristhian Alejandro Beltrán Aguirre, Eduardo González Flores, Verónica Machorro Sánchez, Karina Rosas Paleta.

Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Puebla
ricardo.morales@puebla.tecnm.mx

RESUMEN

La exposición a material particulado respirable en ambientes laborales constituye un factor de riesgo relevante en la salud ocupacional, particularmente en actividades donde los procesos mecánicos favorecen la liberación y resuspensión de contaminantes atmosféricos. En los talleres automotrices, las operaciones de mantenimiento de sistemas de frenado representan una fuente potencial de partículas finas derivadas del desgaste de materiales de fricción, cuya dinámica de dispersión y permanencia en el aire interior ha sido escasamente documentada en el contexto mexicano. El presente estudio evalúa las concentraciones de partículas respirables generadas durante actividades reales de mantenimiento de frenos, considerando su implicación como escenario de exposición laboral.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo-descriptivo en un taller automotriz en operación, integrando la caracterización del entorno de trabajo, el análisis de la movilidad del aire y el monitoreo de calidad atmosférica. Se realizó el levantamiento del layout operativo y la identificación de zonas de intervención directa. Las condiciones de movilidad del aire fueron determinadas mediante mediciones anemométricas efectuadas durante la jornada laboral, registrándose velocidades promedio de 8.3 m/s durante la fase de limpieza mediante aire comprimido y una temperatura ambiental estable de 19.5 °C.

La cuantificación de material particulado se efectuó mediante equipos portátiles de monitoreo ambiental, registrando concentraciones de partículas PM10, PM2.5 y PM1 durante la ejecución de procedimientos habituales de mantenimiento del sistema de frenado.

El estudio contempló la obtención y validación de 130 muestras en un periodo de tres meses, considerando diversas marcas comerciales de pastillas de freno representativas de la demanda operativa. Las mediciones evidenciaron incrementos significativos en las concentraciones de material particulado respirable durante la fase de limpieza inicial, identificada como la actividad de mayor perturbación mecánica del ambiente.

Se observaron valores máximos de PM2.5 que superaron en más de cinco veces criterios de referencia comúnmente adoptados para ambientes interiores, mientras que la totalidad de las muestras registradas presentó concentraciones por encima de valores guía de calidad del aire. La dinámica de dispersión mostró influencia directa de la inyección de aire a presión, favoreciendo la suspensión prolongada de partículas y su desplazamiento hacia zonas adyacentes del taller.

El análisis comparativo por tipo de pastilla utilizada mostró una tendencia consistente en la que los materiales de menor costo presentaron mayores concentraciones relativas de partículas respirables. Este comportamiento sugiere posibles diferencias asociadas a la composición o mecanismos de desgaste de los materiales de fricción. Los hallazgos confirman la existencia de escenarios de exposición ocupacional a partículas finas durante actividades rutinarias de mantenimiento de frenos.

Se concluye que la interacción entre prácticas operativas, ventilación no controlada y resuspensión mecánica favorece condiciones potencialmente adversas para la salud laboral, por lo que resulta

pertinente fortalecer estrategias preventivas orientadas al control de emisiones, ventilación efectiva y uso riguroso de equipo de protección personal.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz representa una de las principales fuentes de emisiones de contaminantes en las áreas urbanas, siendo el desgaste de los sistemas de frenos un fenómeno poco estudiado, pero de alta relevancia ambiental y sanitaria. El proceso de frenado genera la liberación de partículas derivadas de las pastillas, las cuales, al entrar en contacto con el aire, se convierten en contaminantes atmosféricos de tipo particulado (PM10, PM2.5 y menores), capaces de permanecer suspendidos y ser inhalados por trabajadores y población expuesta (Aguirre, 2022).

Esta situación cobra especial importancia en talleres mecánicos, donde la concentración de estas partículas se incrementa por las condiciones de ventilación y las prácticas desarrolladas en los trabajos de mantenimiento de frenos como es el empleo de aire a presión para limpieza de estos sistemas, así mismo la falta de normatividad específica en México sobre la exposición a este tipo de contaminantes en los espacios laborales deja ver la necesidad de atender esta problemática.

Desde el punto de vista teórico, la calidad del aire en espacios interiores depende de factores como la movilidad atmosférica, la ventilación y la interacción de materiales con las condiciones físicas del ambiente (Limaico Angamarca et al., 2022). Estudios recientes advierten que el hierro y el cobre, materiales predominantes en las pastillas de frenos, pueden generar efectos tóxicos acumulativos en el organismo (Arnal, 2010), asociados con enfermedades respiratorias y neurodegenerativas. Por otra parte a pesar de la existencia de normas generales de seguridad ocupacional como la NOM-033-STPS-2015 (Norma Oficial Mexicana NOM-033-STPS-2015, 2015), aún no se cuenta con lineamientos específicos para la medición y control de partículas liberadas en los procesos de mantenimiento automotriz.

Planteamiento del problema

Los talleres automotrices brindan servicios a los diferentes sistemas del vehículo, el sistema de frenos se enfoca en el cambio, rectificación y limpieza, donde las pastillas de frenos son los elementos principales a revisar, su servicio debe ser tomado con mayor seguridad, ya que en algunos casos las mismas pastillas tienden a desprender partículas en el disco y en la mordaza, entre los que se pueden encontrar materiales peligrosos para el ser humano. Las pastillas de frenos siguen siendo de alta demanda por ser elaboradas de materiales suaves y con excelente duración, así como por tener un precio que es accesible, disipar el calor, adaptarse al clima en el que operen y a la facilidad del cambio al darles mantenimiento (Limaico Angamarca et al., 2022).

Parte de los materiales que conforman las pastillas al desprenderse, son partículas respirables con diámetros menores a 10 micras y con características aerodinámicas que les permiten integrarse a las corrientes de viento y dispersarse dentro de los talleres automotrices pudiendo llegar a combinarse o unirse con otro tipo de elementos, generando contaminación del aire que puede poner en riesgo la salud del personal operativo que trabaja directamente en el mantenimiento de los sistemas de frenado.

Además de lo descrito para el interior de las áreas en los talleres automotrices, se debe considerar también la presencia de aire exterior que entra y se mezcla con las masas de aire de los espacios de trabajo, generando vórtices y corrientes de aire contaminado que llega a cambiar las condiciones de temperatura, humedad, densidad y concentración entre otros factores, además de arrastrar los contaminantes a otras zonas o departamentos de trabajo, debido a los fenómenos de reflexión y de redisuspensión de los materiales.

Por otra parte, las consecuencias de la realización de trabajos de mantenimiento a los sistemas de frenos sin el uso de equipos de protección y capacitación de limpieza, genera un riesgo para la salud,

principalmente en los operadores de las áreas donde se realiza esta actividad de forma directa (Castellano, 2012).

Lo anterior conlleva a entender que esta actividad contará siempre con la presencia de materiales de hierro, lanas de acero y cobre y otros metales, lo que obliga a tener precaución al estar trabajado con ellas, ya que son dañinas para la salud de las personas si las concentraciones superan los límites permitidos (Aguirre, 2022).

Aunado a esto, se tiene que una práctica común en la actividad de mantenimiento al sistema de frenado se realiza mediante la limpieza inicial con aire a presión, lo que genera cambios en las masas de aire locales con el aumento de la concentración de partículas, siendo común en los talleres automotrices que no se dé cumplimiento a las medidas de protección del uso del equipo de protección correspondiente, aun cuando a los operadores se les dota de los kits respectivos.

JUSTIFICACIÓN

Los talleres automotrices son un servicio público que brinda a los clientes la reparación de vehículos de gasolina enfocándose en reparar y dar soluciones a los distintos sistemas del motor, eléctrico, mecánico, suspensión, seguridad, dirección, frenado y de refrigeración, constituyéndose en un proceso permanente e indispensable.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2022) indica en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) que, la cantidad total de transportes particulares en el país registrado es de 36,496,879 vehículos automotrices de los cuales en la ciudad metropolitana de Puebla se tiene un registro de 814,701 automóviles particulares para el año 2022, mismo que cada año se incrementa y no presenta visos de reducirse, además de incrementarse también el número de autos usados de manera permanente, lo que incrementa la necesidad de contar con los talleres automotrices e invariablemente el número de talleres automotrices en la ciudad de Puebla que para el 2022 fue de 636 (INEGI, 2022) también crecerá.

Ante las prácticas comunes de operación en la actividad de mantenimiento de los sistemas de frenado de los vehículos llevadas a cabo por el personal operativo y la ausencia de estudios sistemáticos en México sobre este tema, se refuerza la necesidad de generar evidencia técnico-científica bajo condiciones reales para conocer los niveles de exposición a los que estos están sometidos con respecto a las partículas respirables (PM1, PM2.5 y PM10), esto con la finalidad de generar información que sirva como elemento de concientización para el uso del equipo de seguridad, y como base para generar la normatividad para correspondiente que permita salvaguardar la salud de los trabajadores en los talleres automotrices.

Objetivos

Objetivo general

Determinar las concentraciones de partículas generadas en el proceso de mantenimiento de pastillas de frenos en talleres automotrices y evaluar lo posibilidad de daños a la salud de los trabajadores.

Objetivos específicos

- Definir la circulación de aire en las áreas de mantenimiento de frenos.
- Determinar la concentración de partículas respirables durante el cambio de frenos.
- Comparar las concentraciones de partículas con criterios existentes de salud.

MARCO TEÓRICO

Función del sistema de frenos

El sistema es accionado a través de la presión generada por el conductor con el pie en el pedal del freno ubicado en el habitáculo del vehículo, esta activa la línea con líquido de frenos haciendo presión con ayuda de la bomba, la cual está cargada al cilindro maestro con líneas de líquido de frenos,

estas se dirigen hacia el pistón, haciéndole presión por detrás del pistos ubicadas en las misma mordaza y actuando en las dos pastillas de frenos, el caliper al estar estático y tener montadas las pastillas de frenos, permite generar el frenado del vehículo hacia los dos discos del vehículo delante y detrás (Molero, 2009).

Composición de las pastillas de frenado

En la industria automotriz, para la fabricación de las pastillas de frenado se utilizan principalmente materiales como metales de hierro y cobre en forma de polvo, así como otros metales presentes (polvo de acero y lanas de acero) siendo el 35 por ciento de las pastillas, el material orgánico constituyen entre el 35% a 65% en las pastillas, permitiendo adaptarse a las temperaturas elevadas del frenado, independiente a la composición de las pastillas, la presencia de material particulado por el frenado está presente en cualquier pastillas, aunque el tipo de fórmula que presenta su composición sea distinta en fabricación, las pastillas deben desgastarse y por consecuencia se acumulan provocando durante el mantenimiento del sistema de frenado que los operadores en los talleres automotrices estén en contacto con estos en sus espacios de trabajo (Muñoz Mainato, 2020).

La ficha descriptiva de estas pastillas maneja porcentajes de composición de elementos de elaboración distintas, cambiando la manera de generar esta composición como única en cada marca, usando en sus fórmulas fibras, cargas minerales, componentes metálicos, lubricantes o en dado caso materiales orgánicos (Martínez Pilamunga y Toasa Toapanta, 2019). Los elementos que presentan algunas de estas pastillas se pueden visualizar en la tabla 1

Tabla 1 Constitución de pastillas de frenos

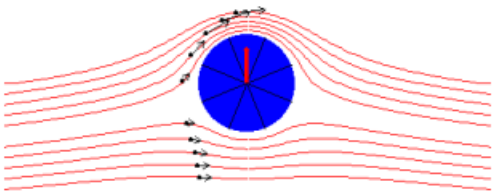
CONSTITUCIÓN DE PASTILLAS DE FRENOS		
Material	Elementos	Porcentaje
Cargas Minerales	Talco, magnesita, feldespato.	27%
Materiales Orgánicos	Resinas fenólicas, resinas epoxis.	20%
Lubricantes	Grafito, antracitas, sulfuros.	20%
Metales	Cobre o bronce	15%
Fibras	Fibra de carbono, fibra de vidrio, lana de roca o fibras orgánicas	10%
Abrasivos	Óxido de aluminio	8%
Total		100%

(Aguirre, 2022) Análisis del mecanismo de desgaste en pastillas de freno de material compuesto en vehículos utilitarios

Líneas de corriente en zonas de trabajo.

Llamadas líneas de corriente, son líneas imaginarias que trazan o recorren un fluido, hacia una cierta dirección, las cuales pueden sufrir alteraciones por condiciones externas y mismas que al tener un cambio, este pasa a ser transitorio (McBeath, 2005). Estas líneas pueden ser visualizadas en la figura 1

Figura 1 Líneas de corriente.



Efecto Magnus: dinámica de fluidos, Universidad del País Vasco (s.f.) http://www.sc.ehu.es/sbweb/ocw-fisica/fluidos/dinamica/magnus/magnus.xhtml

Esta presencia de aire suele ser producida por la interacción con objetos, los cuales generan que el aire se mueva en una trayectoria determinada, la presencia de equipos que generan aire a través de actividades como son los equipos eléctricos, electrónicos, movimientos mecánicos y presencia de aire del exterior o interior, son resultados de un espacio repleto de distintas trayectorias del aire, las cuales actúan de diferente manera debido a los objetos que generan estos cambios, permaneciendo en constante movimiento.

Vórtices en zonas de trabajo.
Las líneas de corriente son fluidos reales donde se pueden tener cambios bruscos, en un estado inicial una corriente con una trayectoria definida logra contacto con otra corriente de velocidad distinta generando un choque y alterando su curso. Esta reacción ocasiona que en partes de las zonas de trabajo se mantenga un punto donde el aire circula en un solo espacio que no puede ser alterado a menos que otro de mayor velocidad disperse y marque una trayectoria nueva (Villegas, 2001).

Zonas muertas en zonas de trabajo.
La presencia de lugares donde el aire no permite su circulación por cuestiones de ser lugares cerrados, sin interacciones con el exterior, generan que el espacio este parcialmente estático, ya que no tiene presencia de líneas de corriente, flujos de aire o presencia de vórtices.

METODOLOGÍA

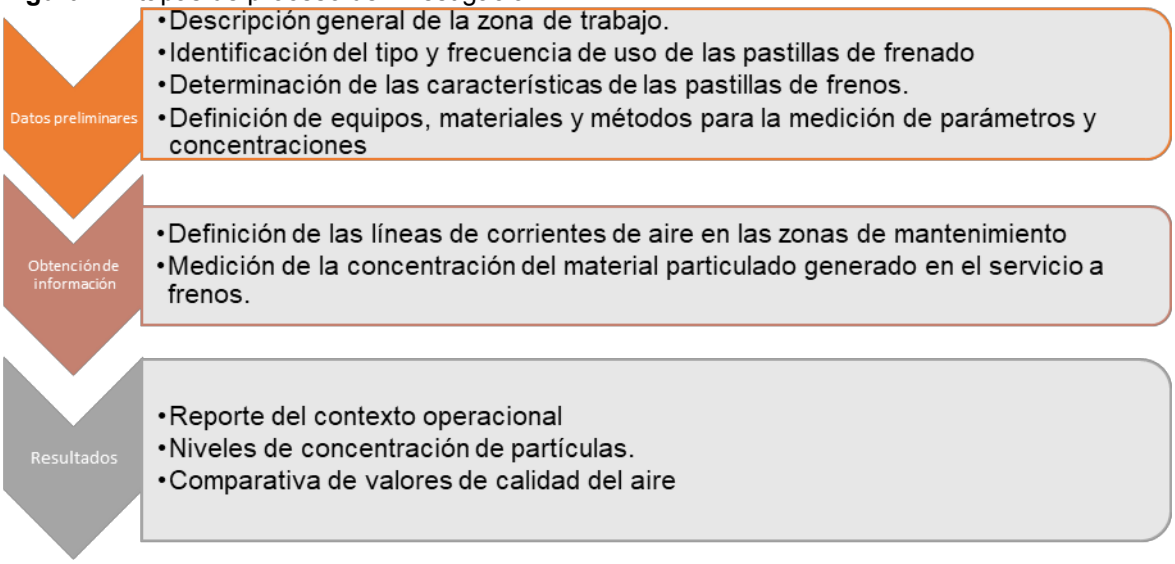
Etapas de del proyecto

La metodología propuesta para este estudio se fundamenta en un enfoque Cuantitativo-Descriptivo, orientado a la determinación de las concentraciones de partículas liberadas durante el mantenimiento de sistemas de frenos en talleres automotrices.

Se busca establecer la relación entre las condiciones de operación real y la concentración de material particulado presente en el ambiente laboral, en la figura 2, se muestra a manera de resumen las etapas que se desarrollan para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados, y de esta forma obtener resultados cuantificables y comparables, que servirán de base para establecer recomendaciones de seguridad y posibles lineamientos normativos aplicables al contexto mexicano.

De forma general se distinguen tres etapas que conforman la metodología, primera que considera trabajo de gabinete, la segunda los trabajos de campo y la tercera el procesamiento y análisis de la información de campo obtenida.

Figura 2. Etapas de proceso de investigación.



Equipos empleados

Para la obtención de los datos de campo, los equipos ocupados para la determinación de los parámetros de movilidad atmosférica y concentración de partículas son respectivamente, el anemómetro figura 3, y sus especificaciones se muestran en la tabla 2, el monitor de la calidad del aire se ilustra en figura 4 y sus especificaciones se ven en la tabla 3.

Figura 3 anemómetro



Figura 4 Monitor de calidad del aire



Tabla 2. Especificaciones del equipo de medición del anemómetro.

ESPECIFIACION DEL ANEMOMETRO	
Fabricante	WALFRONT
Rango de medicion de temperatura	-10°C A 45°C
Resolución	0.2°C, -60°F
Precisión	+-5%
Alcance	0 - 30 m/s, 0 - 90 km/h, 0 - 5800 pies/min, 0 - 65 mph, 0 - 55 nudos
Humedad de funcionamiento	Menor o igual al 90%HR

Tabla 3. Especificaciones del equipo de monitoreo de calidad de aire.

ESPECIFIACION DEL MONITOR DE CALIDAD DE AIRE	
Fabricante	XIIW
Rango de medicion de concentración	0 – 1000 ug/m3
Detector de valores pm	PM2.5, PM1.0 y PM10
Precisión	+- (2UG/m3+5%)
Calibración	Manual
Humedad de funcionamiento	0-95%HR

RESULTADOS

Levantamiento físico del área

La investigación se realizó en el taller automotriz ubicado en la unidad magisterial México 68 de la ciudad de Puebla ver figura 5, el layout de las instalaciones con las líneas de corriente de aire se muestran en la figura 6

Figura 5. Lugar de investigación

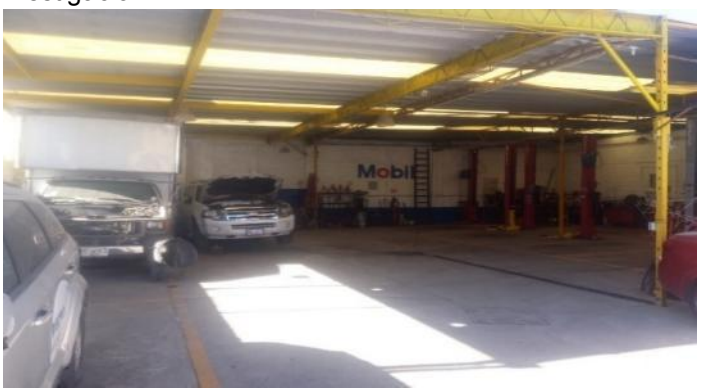
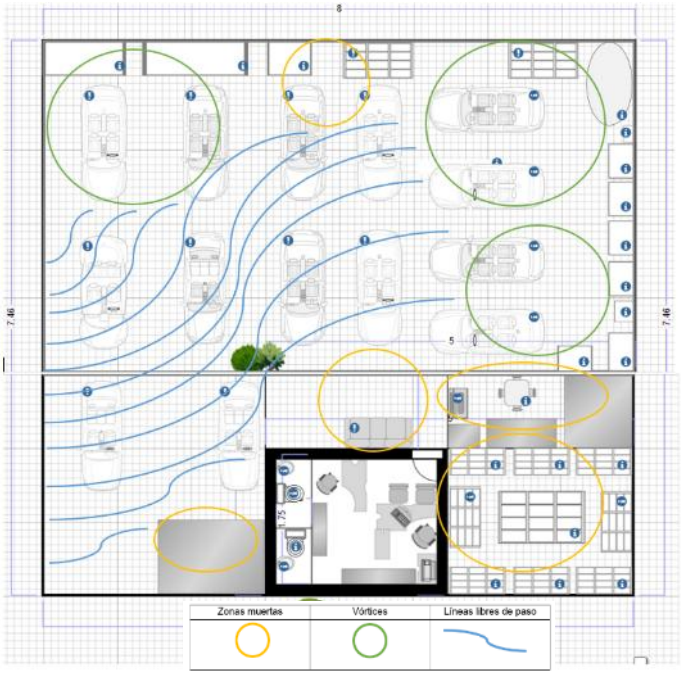


Figura 6. Zonas de trabajo y líneas de corriente de viento



Líneas de Corriente de aire

Con el apoyo del anemómetro y bajo condiciones de operación normales, se identificaron y registraron las zonas de trabajo donde se logra presenciar las corrientes de aire con partículas presentando las zonas de vórtices, remolinos y zonas de poca movilidad vertical. Las mediciones se realizaron antes en la figura 7 y después de empezar las actividades de mantenimiento en la figura 8. La distribución de las líneas de corriente de aire se tomó en 9 cuadrantes distribuidos en la zona de trabajo.

Figura 7. Mediciones antes de trabajar

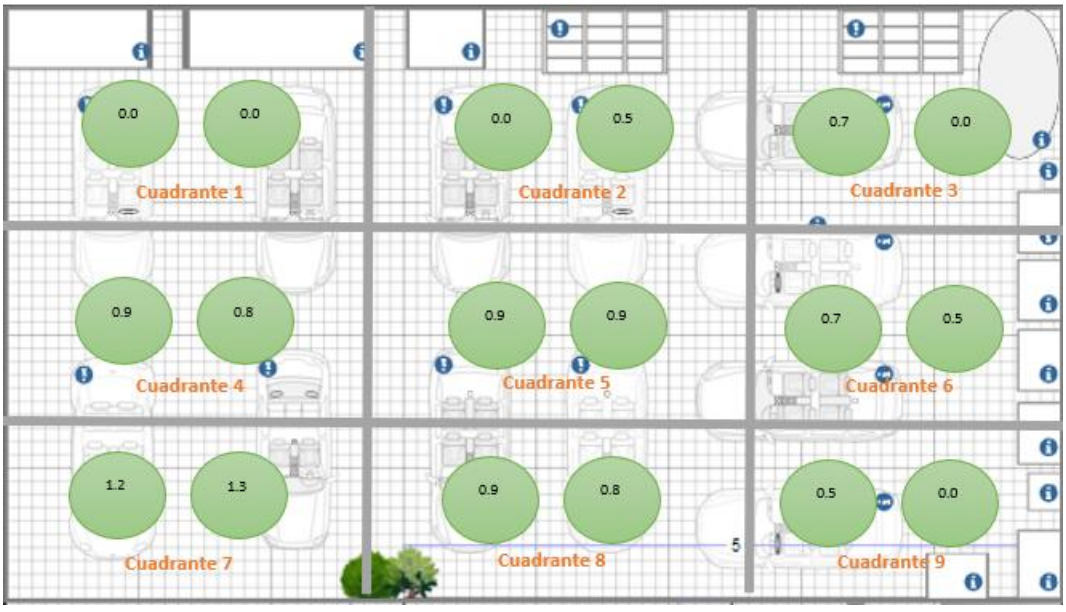
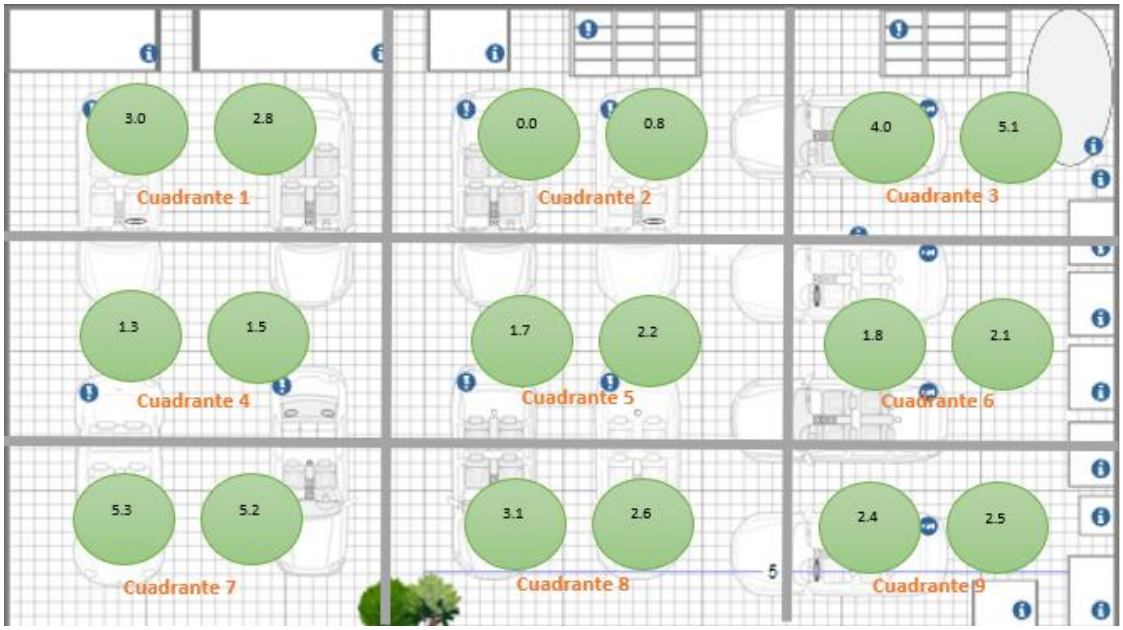


Figura 8. Mediciones después de trabajar



Marcas de pastillas de frenos con mayor empleabilidad

Del análisis de la frecuencia de servicios registrados (tabla 4) y el tipo de marca de pastillas por el que mostraron preferencia los clientes durante el año 2024, determinándose realizar los muestreos de las cuatro marcas más usadas en el taller automotriz, siendo estas las de tipo estándar con las siguientes dimensiones de 14 cm de largo, 7 cm de ancho y 5 cm de grosor.

Tabla 4. Marcas de pastillas de frenos.

PASTILLAS DE FRENOS				
Marca	Fares	Wagner	Duralast	Duralast Gold
Número servicios	37	49	18	20

Resultados del muestreo

La mediciones obtenidas de la concentración de partículas (partículas menores a 10, 2.5 y 1 micras), así como de los parámetros de campo velocidad del viento y temperatura, se tomaron durante los mantenimientos del sistema de frenos, buscando que esto fuera lo más representativo, por lo que, para tal efecto, se colocaron en todo momento los equipos de medición portátil lo más cercano a la zona de trabajo como se muestra en la figura 8, esto durante el momento en que el operador realiza la limpieza con la ayuda de una pistola de aire comprimido.

Los valores registrados en el anemómetro durante la limpieza con sopleteo dieron un valor constante de 8.3 m/s y 19.5 grados centígrados para la temperatura, siendo constates en todas las mediciones. La medición de concentraciones de pastillas de frenos durante la operación de cambio de frenos se realizó en el periodo del 3 de diciembre del 2024 al 3 de marzo del 2025 en los días laborables. Se recolecto un total de 130 muestras correspondientes a las marcas Fares, Wagner, Duralast y Duralast Gold.

Figura 8 Condiciones de Muestreo



Los datos registrados (número, de muestra, fecha, hora, tipo de vehículo, marca de las pastillas) y mediciones de parámetros (temperatura ambiente de la zona de trabajo, velocidad del viento y concentración de partículas) se muestran en la tabla 5 como ejemplo los 10 primeros y los 10 últimos registros obtenidos para las 4 marcas de pastillas determinadas.

Tabla 2. Registro de datos del muestreo de partículas

RECOLECCION DE MUESTRAS DE PASTILLAS DE FRENOS								
No. DE MUESTRA	FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRAS	HORARIO DE RECOLECCION	VEHICULO	MARCA DE PASTILLA	TEMPERATURA	VALORES DE VELOCIDAD	PM 2.5 ug/m3	PM10 ug/m3	PM 1.0 ug/m3
1	03/12/2024	10:30	Aveo	Faires	24	8.3	313	647	139
2	03/12/2024	11:20	Versa	Wagner	24	8.3	282	610	139
3	03/12/2024	13:15	Gol	Faires	24	8.3	313	647	139
4	04/12/2024	10:15	Grand i10	Duralast Gold	23	8.3	151	289	79
5	04/12/2024	12:35	Aveo	Wagner	23	8.3	218	462	120
6	04/12/2024	12:35	Tilda	Duralast	23	8.3	100	173	63
7	04/12/2024	13:15	Versa	Faires	23	8.3	100	173	63
8	05/12/2024	12:30	Attitude	Faires	24	8.3	313	647	139
9	06/12/2024	11:25	Ford fiesta	Wagner	24	8.3	282	610	139
10	06/12/2024	12:15	Aveo	Wagner	24	8.3	282	610	139
11	06/12/2024	13:20	Mazda	Duralast	24	8.3	218	462	120
12	09/12/2024	10:30	Gol	Wagner	25	8.3	282	610	139
13	09/12/2024	13:25	Centra		25	8.3	151	289	79
14	11/12/2024	10:15	Mini Coper	Duralast Gold	22	8.3	100	173	63
15	11/12/2024	12:45	Aveo	Wagner	22	8.3	282	610	139
16	12/12/2024	12:30	Spark	Faires	23	8.3	218	462	120
17	12/12/2024	12:30	Tiguan	Duralast Gold	23	8.3	151	289	79
18	12/12/2024	13:30	Versa	Wagner	23	8.3	282	610	139
19	12/12/2024	14:40	Gol	Wagner	23	8.3	100	173	63
20	13/12/2024	11:15	Tilda	Faires	26	8.3	313	647	139
21	13/12/2024	12:30	A2	Duralast	26	8.3	218	462	120
22	13/12/2024	14:20	Aveo	Wagner	26	8.3	151	289	79
23	16/12/2024	11:45	Ibiza	Wagner	24	8.3	282	610	139
24	16/12/2024	14:30	Escape	Duralast Gold	24	8.3	100	173	63
25	17/12/2024	10:00	Onix	Faires	23	8.3	313	647	139
26	17/12/2024	10:35	March	Duralast Gold	23	8.3	151	289	79
27	17/12/2024	12:45	Kangoo	Faires	23	8.3	218	462	120
28	18/12/2024	11:15	Beetle	Duralast Gold	22	8.3	151	289	79
29	18/12/2024	13:15	Chevy	Faires	22	8.3	100	173	63
30	18/12/2024	14:35	Aveo	Wagner	22	8.3	282	610	139
31	19/12/2024	12:15	Duster		21	8.3	218	462	120
32	20/12/2024	10:30	Attitude	Duralast	20	8.3	151	289	79
33	20/12/2024	11:00	Versa	Wagner	20	8.3	282	610	139
34	20/12/2024	11:15	X trail	Duralast	20	8.3	218	462	120
35	20/12/2024	11:50	Mazda	Duralast Gold	20	8.3	100	173	63
36	20/12/2024	13:25	Jetta	Wagner	20	8.3	313	647	139
37	02/01/2025	12:15	Aveo	Wagner	23	8.3	313	647	139
38	03/01/2025	10:25	Virtus	Faires	22	8.3	218	462	120
39	03/01/2025	11:45	Gol	Wagner	22	8.3	151	289	79
40	03/01/2025	16:50	Versa	Wagner	22	8.3	282	610	139
41	06/01/2025	10:25	Tilda	Faires	21	8.3	282	610	139
42	06/01/2025	10:50	Aveo	Wagner	21	8.3	313	647	139
43	06/01/2025	11:45	Grand i10	Duralast	21	8.3	218	462	120
44	06/01/2025	14:25	Gol	Faires	21	8.3	313	647	139
45	07/01/2025	12:25	CHR	Duralast Gold	20	8.3	151	289	79
46	07/01/2025	16:35	Spark	Faires	20	8.3	313	647	139
47	09/01/2025	11:30	Tiguan	Duralast Gold	20	8.3	100	173	63
48	09/01/2025	11:30	Aveo	Wagner	20	8.3	282	610	139
49	13/01/2025	09:35	Escape	Duralast Gold	20	8.3	151	289	79
50	13/01/2025	10:55	Beetle	Duralast	20	8.3	218	462	120
51	13/01/2025	11:35	Ford fiesta	Wagner	20	8.3	218	462	120
52	13/01/2025	14:25	Onix	Faires	20	8.3	313	647	139
53	14/01/2025	10:00	Versa	Faires	22	8.3	282	610	139
54	14/01/2025	12:25	Aveo	Wagner	22	8.3	282	610	139
55	14/01/2025	15:10	Gol	Wagner	22	8.3	313	647	139
56	15/01/2025	11:20	Tilda	Faires	24	8.3	282	610	139
57	15/01/2025	11:35	Duster	Duralast	24	8.3	100	173	63
58	16/01/2025	10:25	Attitude	Faires	22	8.3	313	647	139
59	16/01/2025	11:05	Aprio	Faires	22	8.3	282	610	139
60	16/01/2025	11:35	Chevy	Faires	22	8.3	313	647	139
61	16/01/2025	13:35	Focus	Duralast	22	8.3	218	462	120
62	17/01/2025	10:30	Jetta	Wagner	23	8.3	282	610	139
63	20/01/2025	11:35	Aveo	Wagner	20	8.3	282	610	139
64	20/01/2025	12:45	Tsuru		20	8.3	282	610	139
65	20/01/2025	16:50	Versa	Fares	20	8.3	313	647	139
66	21/01/2025	13:15	March		22	8.3	218	462	120
67	21/01/2025	14:25	Tiguan	Duralast Gold	22	8.3	151	289	79
68	21/01/2025	15:30	Mazda	Duralast Gold	22	8.3	100	173	63
69	22/01/2025	10:00	Spark	Fares	20	8.3	282	610	139
70	22/01/2025	10:10	Mini Coper	Duralast Gold	20	8.3	100	173	63
71	22/01/2025	12:30	Jetta	Wagner	20	8.3	282	610	139
72	22/01/2025	12:50	Gol	Wagner	20	8.3	313	647	139
73	22/01/2025	14:15	Attitude	Fares	20	8.3	218	462	120
74	22/01/2025	16:25	Aveo	Wagner	20	8.3	282	610	139
75	23/01/2025	12:25	Fluence	Fares	22	8.3	313	647	139
76	23/01/2025	14:15	Tilda	Fares	22	8.3	313	647	139
77	23/01/2025	14:55	Versa	Fares	22	8.3	313	647	139
78	24/01/2025	10:00	Gol	Fares	19	8.3	218	462	120
79	24/01/2025	12:15	Sonic	Wagner	19	8.3	282	610	139
80	27/01/2025	10:00	Jetta	Fares	25	8.3	313	647	139
81	27/01/2025	10:00	Onix	Wagner	25	8.3	100	173	63
82	27/01/2025	11:25	Aprio	Fares	25	8.3	313	647	139
83	27/01/2025	14:15	Gol	Wagner	25	8.3	313	647	139
84	28/01/2025	09:45	Jetta	Duralast	25	8.3	282	610	139
85	28/01/2025	10:45	Duster	Duralast Gold	25	8.3	100	173	63
86	28/01/2025	12:05	Tiguan	Duralast Gold	25	8.3	218	462	120
87	28/01/2025	14:25	Aveo	Wagner	25	8.3	282	610	139
88	29/01/2025	10:00	A2	Duralast	24	8.3	151	289	79
89	29/01/2025	12:45	Grand i10	Duralast Gold	24	8.3	282	610	139
90	29/01/2025	13:15	Spark	Fares	24	8.3	313	647	139
91	29/01/2025	13:25	Fluence	Duralast	24	8.3	218	462	120
92	30/01/2025	10:00	Attitude	Duralast	23	8.3	282	610	139
93	30/01/2025	10:25	Aveo	Wagner	23	8.3	313	647	139
94	30/01/2025	12:55	Tilda	Fares	23	8.3	313	647	139
95	30/01/2025	14:25	Mazda	Duralast Gold	23	8.3	282	610	139
96	03/02/2025	10:35	Gol	Wagner	22	8.3	313	647	139
97	04/02/2025	14:15	NP 300	Duralast Gold	22	8.3	100	173	63
98	06/02/2025	10:25	Jetta	Duralast	22	8.3	151	289	79
99	06/02/2025	12:35	Aveo	Wagner	22	8.3	313	647	139
100	06/02/2025	14:05	Tsuru		22	8.3	313	647	139
101	10/02/2025	10:35	Versa	Duralast	25	8.3	218	462	120
102	10/02/2025	11:15	Chevy	Fares	25	8.3	282	610	139
103	10/02/2025	11:55	Jetta	Wagner	25	8.3	313	647	139
104	10/02/2025	13:45	Aveo	Wagner	25	8.3	313	647	139
105	11/02/2025	10:35	Gol	Fares	25	8.3	100	173	63
106	11/02/2025	11:05	Tilda	Fares	25	8.3	218	462	120
107	11/02/2025	12:55	Sonic	Fares	25	8.3	100	173	63
108	13/02/2025	13:15	Ford fiesta	Wagner	25	8.3	313	647	139
109	14/02/2025	10:25	Gol	Wagner	24	8.3	282	610	139
110	14/02/2025	10:40	Grand i10	Duralast	24	8.3	218	462	120
111	14/02/2025	11:45	Spark	Fares	24	8.3	313	647	139
112	14/02/2025	13:55	X trail	Duralast Gold	24	8.3	100	173	63
113	17/02/2025	09:45	Beetle	Wagner	24	8.3	100	173	63
114	17/02/2025	10:35	Aveo	Wagner	24	8.3	282	610	139
115	17/02/2025	11:05	Duster		24	8.3	313	647	139
116	17/02/2025	11:45	Virtus	Duralast	24	8.3	100	173	63
117	17/02/2025	14:25	Mini Coper	Duralast Gold	24	8.3	151	289	79
118	18/02/2025	13:25	Attitude	Fares	21	8.3	313	647	139
119	20/02/2025	13:00	Versa	Wagner	22	8.3	282	610	139
120	21/02/2025	10:25	Centra	Duralast	23	8.3	100	173	63
121	21/02/2025	11:25	Ibiza	Wagner	23	8.3	282	610	139
122	21/02/2025	15:05	Gol	Wagner	23	8.3	218	462	120
123	25/02/2025	10:30	Spark	Fares	22	8.3	313	647	139
124	26/02/2025	10:25	Aveo	Wagner	24	8.3	313	647	139
125	26/02/2025	11:15	Centra	Wagner	24	8.3	282	610	139
126	26/02/2025	14:25	March	Wagner	24	8.3	282	610	139
127	03/03/2025	10:15	Ford fiesta	Wagner	22	8.3	218	462	120
128	03/03/2025	10:15	Sonic	Wagner	22	8.3	282	610	139
129	03/03/2025	12:00	Jetta	Wagner	22	8.3	282	610	139
130	03/03/2025	13:00	Gol	Wagner	22	8.3	313	647	139

Análisis de resultados

Valores PM y sus vehículos
La recolección de las partículas de frenos con respecto a la marca encontramos la marca de Fares con un total de 37 muestras; Wagner con un total de 49 muestras; Duralast con un total de 18 y Duralast Gold con un total 20, en todos los casos los vehículos comparten la característica de ser las pastillas de frenos con las dimensiones estándares, en el rango de 14 cm de largo, 7 cm de ancho y 5 cm de grosor de pastillas, además de tener el mismo disco de frenos estándar

Valores PM en frenos **Fares**
Para vehículos que presentaban pastillas de frenos Fares, se determinan valores para PM 2.5 fueron de 100, 218, 282, 313 ug/m3 para vehículos como Aveo, Gol, Versa, Attitude, Spark, Tilida, Onix, Kangoo, Chevy, Virtus, Aprio, Fluence, Jetta y Sonic.

Valores PM en frenos **Wagner**
Para vehículos que presentaban pastillas de frenos Wagner, se determinaban valores para PM 2.5 fueron de 100, 151, 218, 282, 313 ug/m3 para vehículos como Versa, Aveo, Ford Fiesta, Gol, Ibiza, Jetta, Sonic, Onix, Beetle, Centra y March.

Valores PM en frenos **Duralast**
Para vehículos que presentaban pastillas de frenos Duralast, se determinaban valores para PM 2.5 fueron de 100, 218, 151 y 282 ug/m3 para vehículos como Tiida, Mazda, A2, Attitude, X Trail, Grand i10, Beetle, Duster, Focus, Jetta, Fluence, Jetta, Versa, Virtus y Centra.

Valores PM en frenos **Duralast Gold**
Para vehículos que presentaban pastillas de frenos Duralast Gold, se determinaban valores para PM 2.5 fueron de 100, 218, 151 y 282 ug/m3 para vehículos como Grand i10, Mini Coper, Tiguan, Escape, March, Beetle, Mazda, CH R, Duster, NP 300 y Xtrail

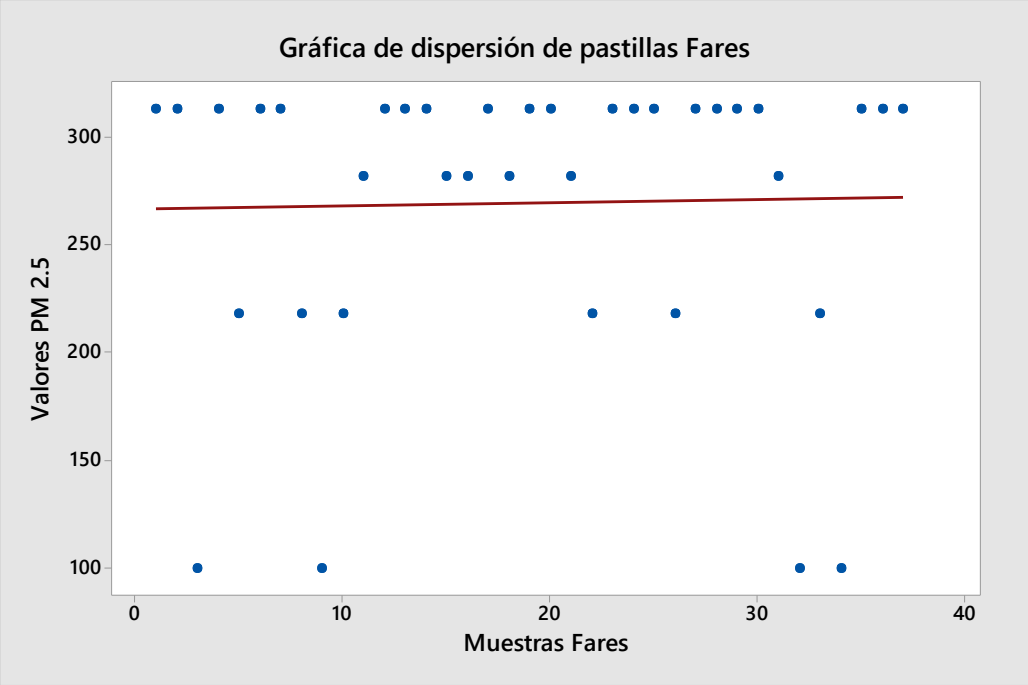
De conformidad con los rangos marcados por las alarmas calibradas en el equipo de medición de material particulado con diámetro de 2.5 micras, se tiene que valores de concentraciones en un rango de 76 a 199 µg/m³ pueden ocasionar daños a la salud con enfermedades como neumonías, y valores mayores a 200 µg/m³ pueden ocasionar problemas cerebrales incluso la muerte.

En relación con el comportamiento de la frecuencia de uso de las pastillas de frenos por marca y las concentraciones de partículas determinadas en cada una de las muestras, el análisis estadístico con respecto a la correlación de los valores permitidos de calidad de aire en las zonas de trabajo, y las concentraciones encontradas, nos indican que las pastillas más baratas son aquellas que contienen valores altos de concentración de partículas y son las de mayor uso.

A continuación, y a manera de comparativo se presenta un análisis más detallado de la pastilla más económicas y de la de mayor costo, con los valores registrados determinó a través de una gráfica de dispersión lo siguiente:

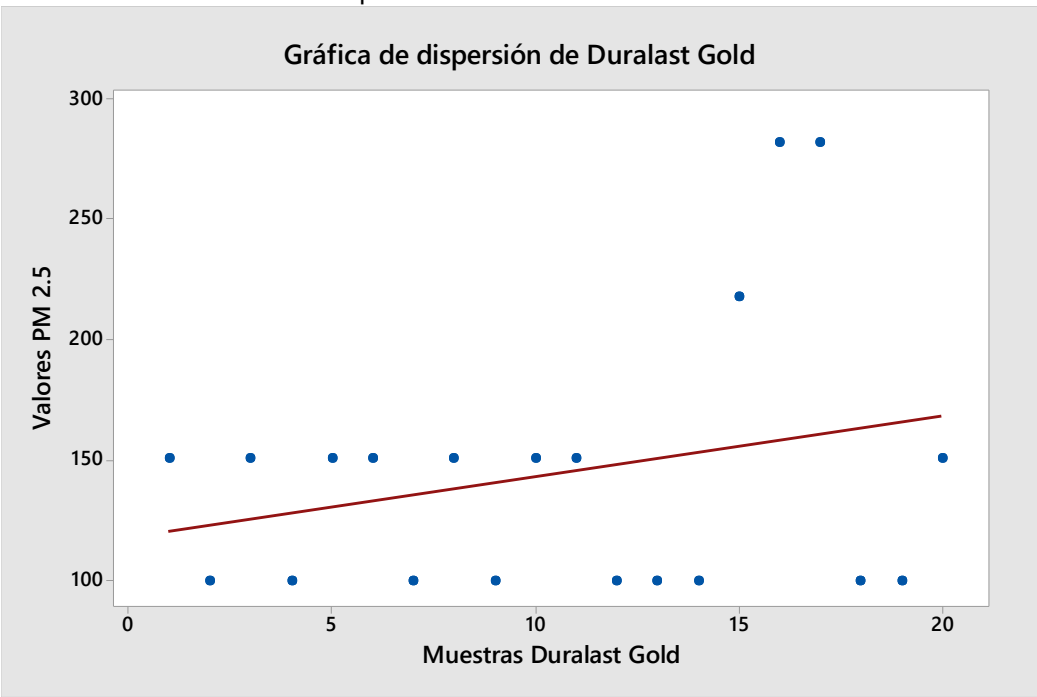
En valores registrados en la figura 9 con respecto a la gráfica de dispersión para pastillas de Fares. El total de 37 muestras recolectadas, las 10 muestras que están por debajo de valores de 260 pm 2.5 corresponden al 27.03% de las muestras, mientras que las 27 muestras arriba del 260 pm 2.5 mantiene una concentración al 72.97%, como resultado de una fuerza de correlación nula con forma lineal y con fuerza fuerte por parte de las muestras con mayor concentración de material particulado de PM 2.5.

Figura 9 Valores de correlación en pastillas de frenos Fares.



Con respecto a la gráfica de dispersión para pastillas Duralast Gold (figura 10). Del total de 20 muestras recolectadas, las 10 muestras que están por debajo de valores de 150 pm 2.5 corresponden al 50% de las muestras mientras que las 10 muestras arriba del 150 pm 2.5 mantiene una concentración al 50%, como resultado de una fuerza de correlación positiva con forma lineal y con fuerza débil por parte de las muestras con mayor concentración de material particulado de PM 2.5.

Figura 10 Valores de correlación en pastillas de frenos Duralast Gold



Evaluación comparativa de concentración de partículas y normatividad

No se encontró en esta investigación una referencia normativa específica que establezca criterios de calidad del aire en interiores para talleres mecánicos y en específico para áreas de mantenimiento a sistemas de frenado. El criterio más cercano se considera la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, de acuerdo con esta, los valores permitidos de calidad de aire ambiente con respecto a materiales particulados PM10 y PM2.5 como promedio de 24 horas durante la evaluación son de 75 y 45 µg/m3 para PM10 y PM2.5.

Los resultados finales determinaron que los valores de concentración de 150 microgramos predominaron en las muestras recolectadas, quedando por encima de valores de PM 2.5 permisibles. El análisis de la dispersión muestra que valores por encima de 107.0 a 177.9 son riesgos altos de contraer problemas respiratorios para los trabajadores, y aunque las partículas provienen de diferentes marcas, comparten materiales bases, y concentraciones de partículas similares, como resultado de la limpieza del sistema de frenos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten establecer que las actividades de mantenimiento del sistema de frenado en talleres automotrices constituyen una fuente significativa de generación de material particulado fino en ambientes laborales cerrados o semiabiertos. Durante los procesos de desmontaje, limpieza y sustitución de pastillas de freno se liberan partículas provenientes del desgaste de los materiales de fricción, las cuales pueden permanecer suspendidas en el aire y ser inhaladas por los trabajadores.

Las mediciones realizadas evidencian que las concentraciones de partículas PM2.5 y PM10 registradas durante las actividades de mantenimiento superan los valores recomendados en los criterios de calidad del aire establecidos por la normatividad vigente, lo que sugiere un escenario de exposición ocupacional potencialmente perjudicial para la salud de los operadores de los talleres automotrices. Esta situación se agrava debido a que dichas actividades se realizan de manera frecuente y prolongada dentro de espacios con ventilación limitada.

El análisis de la dinámica del aire dentro del taller permitió identificar que la presencia de obstáculos, herramientas, vehículos y equipos de trabajo genera patrones de circulación irregulares que favorecen la formación de zonas de acumulación de partículas. Estas condiciones reducen la eficiencia de dispersión de los contaminantes y contribuyen a mantener concentraciones elevadas de material particulado en las áreas de trabajo.

Los resultados también permitieron observar que el tipo y la marca de las pastillas de freno utilizadas influyen en la cantidad de partículas liberadas durante las actividades de mantenimiento, lo cual sugiere que la composición de los materiales de fricción puede ser un factor relevante en la generación de contaminantes atmosféricos en este tipo de instalaciones.

En términos generales, la investigación confirma la hipótesis planteada respecto a que las condiciones de ventilación y movilidad del aire en los talleres automotrices influyen directamente en la acumulación de material particulado generado durante el mantenimiento de frenos. La combinación de emisiones de partículas y condiciones de ventilación insuficientes incrementa el riesgo de exposición para los trabajadores.

Finalmente, este estudio pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención y control de contaminantes en talleres automotrices mediante la implementación de sistemas de ventilación adecuados, el uso sistemático de equipos de protección personal, así como la adopción de prácticas de mantenimiento más seguras que reduzcan la dispersión de partículas al ambiente. Asimismo, se reconoce la importancia de impulsar investigaciones adicionales que permitan profundizar en la evaluación de los efectos de estos contaminantes en la salud ocupacional y contribuir al desarrollo de regulaciones más específicas para este tipo de actividades productivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, C. A. (2022). *Análisis del mecanismo de desgaste en pastillas de freno de material compuesto en vehículos utilitarios* [Trabajo de integración curricular]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
2. Arnal, N. (2010). *Intoxicación por cobre* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata]. https://doi.org/10.35537/10915/5427
3. Castellano, M. G. R. (2012). Propuesta de mejoras al proceso de mantenimiento preventivo de sistema de frenos en una empresa de servicios automotrices. 78.
4. INEGI. (2022). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. DENUE*. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx
5. Limaico Angamarca, S. F., Yaselga, E., & Santos Correa, L. A. (2022). Factores que influyen en el desgaste de las pastillas de frenos de los automóviles. *Dominio de las Ciencias*, *8*(3), 87.
6. Martínez Pilamunga, A. X., y Toasa Toapanta, W. F. (2019). *Análisis tribológico comparativo de pastillas de freno con fibras de vidrio y cabuya como materiales reemplazantes al amianto.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
7. McBeath, S. (2005). *Aerodinámica del automóvil de competición*: CEAC técnico.
8. Molero, L. J. R. d. (2009). Los frenos en el automóvil.
9. Muñoz Mainato, C. G., & Calle Morocho, C. E. (2020). Análisis del comportamiento térmico de las pastillas de freno cerámicas, semimetálicas y orgánicas en función de la distancia de frenado bajo la normativa ECE–13H
10. Norma Oficial Mexicana NOM-033-STPS-2015, DOF-Diario Oficial de la Federación (2015). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php%3Fcodigo%3D5405659%26fecha%3D31/08/2015
11. Villegas, G. (2001). Conceptos básicos sobre la formación y Teoría de los vórtices.

EFECTO TEMPRANO DE KETAMINA SOBRE LA IDEACIÓN SUICIDA EN PACIENTES CON DEPRESIÓN RESISTENTE AL TRATAMIENTO

Francisco Javier Lievanos Ruiz[1], David Israel Farias Anda[2], Misael Tapia Orozco[2], Bertha Fenton Navarro[1]

[1]Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", División de estudios de Posgrado, Laboratorio de Glicobiología y Farmacognosia, [2]Centro de Investigación en Depresión Resistente al Tratamiento (CIDERALT)
francisco.lievanos@umich.mx, bertha.fenton@umich.mx

RESUMEN

La depresión resistente al tratamiento (DRT) se asocia con un alto riesgo suicida. La ketamina intravenosa ha mostrado efectos antisuicidas rápidos en ensayos clínicos controlados; sin embargo, la evidencia en contextos de práctica clínica real en la población latinoamericana es limitada. El presente estudio evaluó los cambios tempranos en la severidad de la ideación suicida tras la administración de ketamina en pacientes con DRT atendidos en una clínica ambulatoria especializada en un entorno de práctica clínica real.

Se realizó una cohorte retrospectiva de 70 pacientes con diagnóstico de DRT que recibieron dos dosis de ketamina intravenosa en la misma semana. El esquema terapéutico consistió en una dosis subanestésica inicial de 0.5 mg/kg por vía intravenosa, con ajuste proporcional al peso corporal y un límite máximo de 100 mg por infusión. La severidad de la ideación suicida se evaluó mediante la Columbia-Suicide Severity Rating Scale (C-SSRS) en la línea basal y a los 7 días de la primera administración. Se efectuó un análisis descriptivo de la distribución de la severidad y de la proporción de pacientes sin ideación suicida en ambas mediciones, así como una comparación pareada de la severidad mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

En la medición basal, los niveles de severidad suicida fueron 65.7% en riesgo alto, 4.3% en riesgo moderado, 18.6% en riesgo bajo y 11.4% sin ideación. A los siete días, la distribución cambió a 18.6%, 4.3%, 15.8% y 61.4%, respectivamente. La mediana de severidad disminuyó de 5 en la evaluación basal a 0 en el día 7, lo que evidencia un cambio estadísticamente significativo según la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas ($p < .001$).

En conjunto, los hallazgos sugieren que la administración intravenosa de ketamina en condiciones de práctica clínica real se asocia con una reducción temprana de la severidad de la ideación suicida y un aumento de la ausencia de ideación a corto plazo en pacientes con DRT. Se requieren estudios prospectivos controlados con evaluación longitudinal para confirmar la magnitud y la duración de estos efectos en la población latinoamericana.

INTRODUCCIÓN

La depresión resistente al tratamiento (DRT) representa una de las formas más graves del trastorno depresivo, ya que se asocia con mayor sintomatología, mayores limitaciones funcionales, mayor utilización de los servicios de salud y mayor riesgo de conductas suicidas [1, 2]. Diversos estudios han mostrado que los pacientes con DRT presentan una probabilidad significativamente mayor de experimentar ideación suicida e intentos de suicidio en comparación con aquellos que responden adecuadamente a los tratamientos antidepresivos convencionales [2, 3].

En los últimos años, la ketamina intravenosa ha cobrado relevancia como una alternativa terapéutica prometedora por su capacidad para producir una mejoría rápida de los síntomas depresivos y una reducción temprana de la ideación suicida [4]. A diferencia de los tratamientos antidepresivos tradicionales, cuyos efectos pueden tardar varias semanas en manifestarse, la ketamina ha

demostrado efectos clínicos en cuestión de horas o días, lo cual resulta particularmente relevante en pacientes con alto riesgo suicida [5].

Aunque se han realizado ensayos clínicos controlados y estudios observacionales que respaldan el potencial antisuicida de la ketamina, existe una cantidad considerablemente menor de información acerca de sus efectos en condiciones de práctica clínica real [6], especialmente en países latinoamericanos [7], que continúan subrepresentados en la literatura científica y cuyos sistemas de atención y contextos sociodemográficos difieren de aquellos donde se ha generado la mayor parte de la evidencia disponible [7, 8].

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar los cambios tempranos en la severidad de la ideación suicida durante la primera semana posterior a la administración intravenosa de ketamina en pacientes con DRT atendidos en una clínica ambulatoria especializada, en condiciones de práctica clínica real.

TEORÍA

La DRT se define generalmente como la ausencia de respuesta clínica adecuada tras al menos dos tratamientos antidepresivos administrados a dosis y durante la duración terapéuticas apropiadas [3, 9]. Esta condición afecta a una proporción importante de pacientes con trastorno depresivo mayor y constituye una de las principales causas de discapacidad asociada a los trastornos afectivos [1, 10]. La persistencia de los síntomas depresivos, la recurrencia de los episodios y la limitada eficacia de las estrategias terapéuticas convencionales convierten a la DRT en un importante problema de salud pública [3, 7], asociado, además, con una disminución significativa de la calidad de vida y un incremento en la utilización de servicios de salud [7, 11].

Diversas investigaciones han señalado que los pacientes con DRT presentan una mayor frecuencia de ideación suicida y de intentos de suicidio, así como un mayor riesgo de muerte por suicidio, en comparación con aquellos que responden adecuadamente al tratamiento antidepresivo [2]. La presencia de ideación suicida constituye una de las manifestaciones clínicas más preocupantes debido a su estrecha relación con la progresión hacia conductas suicidas de mayor gravedad [12]. Debido a que los tratamientos farmacológicos convencionales suelen requerir varias semanas para alcanzar una respuesta clínica significativa, existe un interés creciente en intervenciones capaces de reducir rápidamente el riesgo suicida durante los periodos de mayor vulnerabilidad clínica [5, 6].

La ketamina es un antagonista no competitivo de los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA) que produce efectos antidepresivos rápidos al modular la neurotransmisión glutamatérgica [13]. Se ha propuesto que el bloqueo de estos receptores favorece la activación de vías de señalización intracelular asociadas con la plasticidad sináptica, promoviendo cambios en la conectividad neuronal y el fortalecimiento de circuitos cerebrales involucrados en la regulación del estado de ánimo [14]. A dosis subanestésicas, la administración intravenosa de ketamina ha mostrado una reducción significativa de los síntomas depresivos y de la ideación suicida en un periodo de horas a pocos días tras su administración, lo que la ha convertido en una alternativa terapéutica prometedora para pacientes con depresión resistente al tratamiento [15].

Los efectos antisuicidas de la ketamina han sido documentados en diversos ensayos clínicos controlados, estudios observacionales y metaanálisis. En conjunto, la evidencia disponible sugiere que la reducción de la ideación suicida puede observarse de forma temprana tras la administración del tratamiento y mantenerse durante varios días [16]. Estas características han despertado un considerable interés clínico debido a la necesidad de intervenciones capaces de actuar en periodos breves, particularmente en pacientes con riesgo suicida elevado.

Aunque múltiples ensayos clínicos controlados y metaanálisis han documentado los efectos antisuicidas de la ketamina, la evidencia disponible en condiciones de práctica clínica real sigue siendo más limitada, particularmente en países latinoamericanos [7]. Los estudios desarrollados en

contextos asistenciales habituales permiten evaluar la efectividad de las intervenciones en poblaciones más heterogéneas y en condiciones que reflejan con mayor precisión la práctica clínica cotidiana. La evaluación de estos efectos puede aportar información relevante sobre la utilidad de la ketamina en pacientes atendidos en servicios especializados de salud mental.

Dado que la mayor parte de los estudios sobre ketamina han utilizado la ideación suicida como desenlace clínico relevante, resulta importante evaluar los cambios en la severidad de este síntoma en los primeros días posteriores a la administración del tratamiento. La medición temprana de la ideación suicida permite valorar la velocidad de la respuesta clínica y estimar el potencial beneficio de la intervención en pacientes con elevado riesgo suicida.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio observacional retrospectivo en pacientes con diagnóstico de DRT atendidos en una clínica ambulatoria especializada. Se incluyeron 70 pacientes que recibieron tratamiento con ketamina intravenosa como parte de su atención clínica habitual.

El protocolo terapéutico consistió en la administración de dos infusiones de ketamina en la misma semana. La primera dosis se administró por vía intravenosa a una concentración subanestésica de 0.5 mg/kg, con ajuste proporcional al peso corporal y una dosis máxima de 100 mg por infusión. Los pacientes continuaron recibiendo el manejo clínico indicado por sus médicos tratantes.

La severidad de la ideación suicida se evaluó mediante la Columbia-Suicide Severity Rating Scale (C-SSRS) [17, 18] en la línea basal y a los siete días de la primera infusión. Para la descripción de los resultados, los participantes fueron agrupados en categorías según la ausencia de ideación suicida, riesgo bajo, riesgo moderado y riesgo alto. Adicionalmente, las puntuaciones originales de la C-SSRS (rango: 0–6) se utilizaron en el análisis estadístico de los cambios en la severidad de la ideación suicida entre ambas evaluaciones.

Se realizó un análisis descriptivo para determinar la distribución de los niveles de severidad suicida en ambas evaluaciones y la proporción de pacientes sin ideación suicida. Adicionalmente, se compararon las puntuaciones de severidad obtenidas en la línea basal y en el seguimiento mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas. Se consideró un valor de $p < 0.05$ como criterio de significancia estadística.

RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 70 pacientes con diagnóstico de depresión resistente al tratamiento. La edad media fue de 32.87 ± 15.73 años y el 67.1% de los participantes fueron mujeres. En la evaluación basal mediante la C-SSRS, 46 pacientes (65.7%) fueron clasificados en la categoría de riesgo suicida alto, 3 (4.3%) en riesgo moderado, 13 (18.6%) en riesgo bajo y 8 (11.4%) no presentaron ideación suicida.

A los siete días de la primera administración de ketamina, se observó una modificación importante en la distribución de la severidad de la ideación suicida. La proporción de pacientes clasificados en riesgo suicida alto disminuyó del 65.7% al 18.6%, mientras que la categoría de riesgo bajo pasó del 18.6% al 15.8% y la de riesgo moderado permaneció sin cambios (4.3%). En contraste, el porcentaje de participantes sin ideación suicida aumentó del 11.4% en la evaluación basal al 61.4% en el seguimiento.

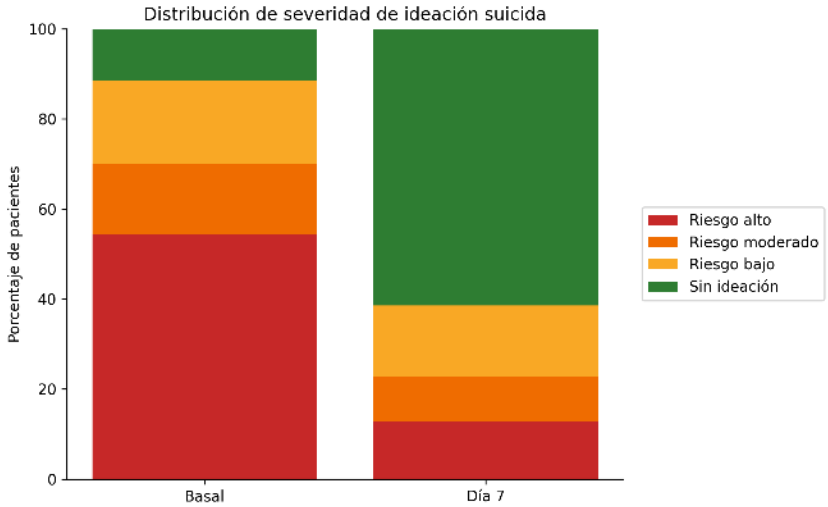


Figura 1. Distribución porcentual de los pacientes según la severidad de la ideación suicida, evaluada mediante la C-SSRS, en la medición basal y a los 7 días posteriores al tratamiento con ketamina intravenosa. Las barras apiladas muestran la proporción de pacientes clasificados como de alto, moderado, bajo o sin riesgo de ideación suicida en cada momento de evaluación.

El análisis de las puntuaciones originales de la C-SSRS mostró una reducción sustancial de la severidad de la ideación suicida tras el tratamiento. La mediana de severidad disminuyó de 5 puntos en la evaluación basal a 0 puntos en el día 7.

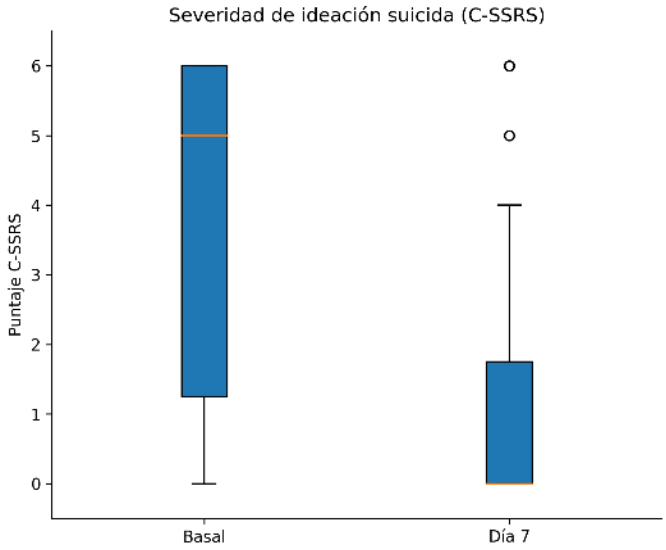


Figura 2. Diagrama de caja de los puntajes de ideación suicida medidos mediante la C-SSRS en la evaluación basal y a los 7 días posteriores al tratamiento con ketamina intravenosa. La línea central representa la mediana, la caja corresponde al rango intercuartílico, los bigotes indican la dispersión de los datos y los círculos representan valores atípicos. Se observa un desplazamiento de la distribución hacia puntajes más bajos en la evaluación del día 7.

La comparación de las puntuaciones basales y de seguimiento mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon evidenció una reducción estadísticamente significativa en la severidad de la ideación suicida ($p < .001$).

CONCLUSIONES

El presente estudio representa uno de los primeros reportes en México que evalúan los cambios en la ideación suicida tras el tratamiento con ketamina en pacientes con depresión resistente al tratamiento.

Los resultados sugieren que la administración intravenosa de ketamina en pacientes con depresión resistente al tratamiento se asocia con una reducción temprana y significativa de la severidad de la ideación suicida durante la primera semana posterior al tratamiento. La disminución observada en la proporción de pacientes clasificados en riesgo suicida alto, junto con el incremento en aquellos que no presentaban ideación suicida al seguimiento, respalda el potencial de la ketamina como alternativa terapéutica de acción rápida en esta población clínica.

Estos hallazgos son consistentes con la evidencia previa que señala efectos antisuicidas tempranos de la ketamina y aportan información adicional obtenida en condiciones de práctica clínica real. Dado que la ideación suicida constituye un importante factor de riesgo para la conducta suicida, las intervenciones capaces de reducirla rápidamente pueden constituir una herramienta valiosa para el manejo de pacientes con DRT y elevado riesgo clínico.

Sin embargo, los resultados deben interpretarse con cautela debido al diseño retrospectivo del estudio, la ausencia de un grupo control y el periodo de seguimiento limitado. Se requieren investigaciones prospectivas y controladas con evaluaciones a largo plazo para confirmar la magnitud, duración y relevancia clínica de los efectos observados en población latinoamericana.

BIBLIOGRAFÍA

1. B. N. Gaynes, A. J. Rush, S. R. Wisniewski, D. Spencer, M. Fava y M. H. Trivedi, “The STAR*D study: Treating depression in the real world”, Cleve. Clin. J. Med., Vol. 75, No. 1, 2008, pp. 57–66.
2. J. Reutfors, T. M.-L. Andersson, A. Tanskanen, A. DiBernardo, G. Li, L. Brandt y P. Brenner, “Risk Factors for Suicide and Suicide Attempts Among Patients With Treatment-Resistant Depression: Nested Case-Control Study”, Arch. Suicide Res., Vol. 25, No. 3, 2021, pp. 424–438.
3. K. S. Al-Harbi, “Treatment-resistant depression: therapeutic trends, challenges, and future directions”, Patient Prefer. Adherence, Vol. 6, 2012, pp. 369–388.
4. S. T. Wilkinson, E. D. Ballard, M. H. Bloch, S. J. Mathew, J. W. Murrough, A. Feder, P. Sos, G. Wang, C. A. Zarate Jr. y G. Sanacora, “The Effect of a Single Dose of Intravenous Ketamine on Suicidal Ideation: A Systematic Review and Individual Participant Data Meta-Analysis”, Am. J. Psychiatry, Vol. 175, No. 2, 2018, pp. 150–158.
5. C. A. Zarate Jr., J. B. Singh, P. J. Carlson, N. E. Brutsche, R. Ameli, D. A. Luckenbaugh, D. S. Charney y H. K. Manji, “A Randomized Trial of an N-methyl-D-aspartate Antagonist in Treatment-Resistant Major Depression”, Arch. Gen. Psychiatry, Vol. 63, No. 8, 2006, pp. 856–864.
6. R. S. McIntyre, J. D. Rosenblat, C. B. Nemeroff, G. Sanacora, J. W. Murrough, M. Berk, E. Brietzke, S. Dodd, P. Gorwood, R. Ho, D. V. Iosifescu, C. Lopez Jaramillo, S. Kasper, K. Kratiuk, J. G. Lee, Y. Lee, L. M. W. Lui, R. B. Mansur, G. I. Papakostas, M. Subramaniapillai, M. Thase, E. Vieta, A. H. Young, C. A. Zarate Jr. y S. Stahl, “Synthesizing the Evidence for Ketamine and Esketamine in Treatment-Resistant Depression: An International Expert Opinion on the Available Evidence and Implementation”, Am. J. Psychiatry, Vol. 178, No. 5, 2021, pp. 383–399.
7. K. Recco, G. G. Bonetto, C. Lupo, A. E. Nardi, A. Morales, C. Becerra-Palars, S. Perocco y A. Pfau, “Treatment-Resistant Depression in America Latina study: one-year follow-up of treatment resistant depression patients under standard of care reveals insights on quality of life, disability, work impairment, and depressive symptoms”, Front. Psychiatry, Vol. 14, 2023, Article 1221746.
8. B. Zhang, Y. Liu, J. Zheng y J. Chen, “Research trends in esketamine for depression over the past decade: a bibliometric analysis”, Front. Psychiatry, Vol. 16, 2025, Article 1621830.

9. C. R. Conway, M. S. George y H. A. Sackeim, “Toward an Evidence-Based, Operational Definition of Treatment-Resistant Depression: When Enough Is Enough”, JAMA Psychiatry, Vol. 74, No. 1, 2017, pp. 9–10.
10. B. N. Gaynes, A. J. Rush, S. R. Wisniewski, D. Spencer, M. Fava y M. H. Trivedi, "The STAR*D study: Treating depression in the real world", Cleve. Clin. J. Med., Vol. 75, No. 1, 2008, pp. 57-66.
11. D. A. Mrazek, J. C. Hornberger, C. A. Altar y I. Degtiar, “A Review of the Clinical, Economic, and Societal Burden of Treatment-Resistant Depression: 1996–2013”, Psychiatr. Serv., Vol. 65, No. 8, 2014, pp. 977–987.
12. M. K. Nock, G. Borges, E. J. Bromet, J. Alonso, M. Angermeyer, A. Beautrais, et al., “Cross-national prevalence and risk factors for suicidal ideation, plans and attempts”, Br. J. Psychiatry, Vol. 192, No. 2, 2008, pp. 98–105.
13. G. Sanacora, G. Treccani y R. Popoli, “Towards a glutamate hypothesis of depression: an emerging frontier of neuropsychopharmacology for mood disorders”, Neuropharmacology, Vol. 62, No. 1, 2012, pp. 63–77.
14. R. S. Duman y G. K. Aghajanian, “Synaptic Dysfunction in Depression: Potential Therapeutic Targets”, Science, Vol. 338, No. 6103, 2012, pp. 68–72.
15. R. S. Duman, N. Li, R.-J. Liu, V. Duric y G. Aghajanian, “Signaling pathways underlying the rapid antidepressant actions of ketamine”, Neuropharmacology, Vol. 62, No. 1, 2012, pp. 35–41.
16. S. T. Wilkinson, E. D. Ballard, M. H. Bloch, S. J. Mathew, J. W. Murrough, A. Feder, P. Sos, G. Wang, C. A. Zarate Jr. y G. Sanacora, “The Effect of a Single Dose of Intravenous Ketamine on Suicidal Ideation: A Systematic Review and Individual Participant Data Meta-Analysis”, Am. J. Psychiatry, Vol. 175, No. 2, 2018, pp. 150–158.
17. K. Posner, G. K. Brown, B. Stanley, D. A. Brent, K. V. Yershova, M. A. Oquendo, et al., “The Columbia-Suicide Severity Rating Scale: Initial Validity and Internal Consistency Findings From Three Multisite Studies With Adolescents and Adults”, Am. J. Psychiatry, Vol. 168, No. 12, 2011, pp. 1266–1277.
18. F. Austria-Corrales, A. Jiménez-Tapia, C. I. Astudillo-García, P. Arenas-Landgrave, T. Xochihua-Tlecuitl, C. Cruz-Cruz, et al., “The Columbia-Suicide Severity Rating Scale: validity and psychometric properties of an online Spanish-language version in a Mexican population sample”, Front. Public Health, Vol. 11, 2023, Article 1157581.

PREVALENCIA DE BACTERIAS ENCONTRADAS EN PACIENTES CON HERIDAS ULCEROSAS DE PIE

Judith Ayala García, Rodrigo Díaz Balcázar, Brenda Romero Ayala, Daniela Romero Ayala.

Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
judith.ayala@umich.mx

RESUMEN

Las lesiones ulcerosas de pie diabético al igual que las úlceras varicosas representan un preponderante problema de salud a nivel mundial, pues se considera que son la mayor carga de mortalidad y morbilidad por enfermedad, además de que su tratamiento representa mayor costo económico para la instituciones de salud. El desarrollo de una úlcera en el pie se vincula a con un traumatismo que daña la envoltura cutánea protectora que cubre al pie, lo que conlleva a la colonización bacteriana de los tejidos subcutáneos subyacentes. Se considera que una úlcera es una afección crónica común que tiende a causar infecciones por varias especies bacterianas, por lo que el reconocimiento temprano y eficaz de los microorganismos relacionados a este tipo de heridas puede ayudar a prevenir su aparición y mejorar los resultados clínicos. Esta investigación tiene por objetivo conocer la prevalencia de las bacterias aisladas a partir de muestras de lesiones ulcerosas de pie. La investigación realizada es de tipo cuantitativa-transversal, en la que se analizaron los datos obtenidos a partir de 44 muestras de lesiones ulcerosas de pie que fueron tomadas por personal profesional capacitado en toma de muestras bajo consentimiento informado. Cada una de las muestras se cultivó en diferentes medios de cultivos en los cuales se incluyen medios de enriquecimiento como agar sangre y agar chocolate, selectivos y diferenciales como agar Sal-Manitol, McConkey y pruebas bioquímicas específicas para la identificación de cada tipo de especie bacteriana. En el 100% de las muestras se encontraron especies bacteriana, de las cuales el 9.0% corresponden a monomicrobianos mientras que en el 91% de las muestras analizadas se encontraron aislamientos mixtos con 2 especies bacterianas. Los porcentajes relacionados a los aislamientos en cultivo puro fueron los siguientes: 2.25% *Klebsiella pneumoniae*, 4.5% *Staphylococcus aureus,* 2.25% *Proteus mirabilis*, 11% *Escherichia coli*, 2.25% *Streptococcus viridans* y 77.7% *Pseudomonas aeruginosa.* La prevalencia de la población microbiana presente depende de factores diversos como el metabolismo del paciente, la higiene del pie y el uso de antibióticos. Aún no se ha establecido la terapia óptima para el control de las lesiones ulcerosas del pie, pero diversos autores coinciden que el aislamiento y la identificación del agente etiológico es esencial para una terapia antibiótica apropiada para evitar complicaciones crónicas.

INTRODUCCION

Las lesiones ulcerosas en las extremidades inferiores, específicamente las úlceras de pie diabético (UPD) y las úlceras varicosas, se consideran un problema de salud pública a nivel mundial [(1)]. En la actualidad, estas afecciones se asocian a enfermedades crónico-degenerativas y vasculares lo que representa una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en estas enfermedades, impactando de manera importante la calidad de vida de los pacientes debido al riesgo inminente de amputación y sepsis [(2)]. Para la atención de las úlceras crónicas se requiere de tratamientos prolongados, hospitalizaciones recurrentes, intervenciones quirúrgicas y un elevado consumo de recursos farmacológicos y de enfermería especializada [(1,3)].

Aunado al tratamiento multidisciplinario y especializado de diversas áreas de la medicina encargadas de la atención al paciente con úlceras de pie, resulta fundamental la identificación microbiológica oportuna para interrumpir la transición hacia la cronicidad y mitigar el riesgo de pérdida de la extremidad [(1)]. Un diagnóstico bacteriológico temprano y preciso no solo permite diferenciar una colonización ordinaria de una infección crítica, sino que también optimiza el éxito terapéutico al

sustituir un tratamiento empírico por esquemas dirigidos de espectro específico [2]. Esta intervención precoz previene la consolidación de biopelículas bacterianas tolerantes y reduce significativamente la respuesta inflamatoria persistente que destruye la matriz tisular [3].

TEORÍA

La diabetes mellitus es un problema sanitario de primer orden, como lo demuestra su alta prevalencia y sus numerosas consecuencias. Una de las complicaciones más frecuentes durante la vida del diabético es la aparición de una úlcera en el pie. Un importante estudio europeo enfatiza en que la mitad de estas úlceras se acompañan de isquemia (49%) o de infección (58%), o de la conjunción de ambas en un tercio de los casos (31%). Ello agrava el proceso, incrementando la tasa de amputaciones y de mortalidad en estos pacientes [4].

El concepto de úlcera en la extremidad inferior define a toda lesión espontánea o accidental que afecta la piel y tejidos adyacentes, cuya cronicidad altera el intervalo temporal esperado de cicatrización debido a patologías sistémicas o locales. Estas lesiones frecuentemente se denominan como úlceras vasculares cuando se localizan en la pierna, su etiología es multicausal, registrando un claro predominio de la insuficiencia venosa (90%), seguida por la insuficiencia arterial (5%) y las afecciones neuropáticas u otras causas (5%); por consiguiente, el diagnóstico certero de su origen es el factor esencial para establecer un abordaje terapéutico apropiado [5].

Las lesiones ulcerosas en las extremidades inferiores representan la manifestación terminal de una amplia lista de patologías sistémicas o locales. De acuerdo con los criterios institucionales vigentes, las principales causas etiopatogénicas determinantes en la pérdida de la integridad cutánea se agrupan en los siguientes ejes fundamentales: Insuficiencia vascular (venosa y arterial), por componente neuropático y metabólico y procesos inflamatorios, inmunes y vasculíticos [5].

Las úlceras del pie diabético (UPD) son una causa importante de morbilidad prevenible en adultos con diabetes. Las consecuencias de las úlceras del pie incluyen disminución del estado funcional, infección, hospitalización, amputación de extremidades inferiores y muerte. El riesgo de desarrollar una úlcera del pie a lo largo de la vida es del 19% al 34%, y esta cifra está aumentando con la mayor longevidad y complejidad médica de las personas con diabetes. La morbilidad tras la aparición de una úlcera es alta, con tasas de recurrencia del 65% a los 3-5 años, una incidencia de amputación de extremidades inferiores a lo largo de la vida del 20% y una mortalidad a los 5 años del 50-70% [6].

A menudo en las lesiones se puede identificar un evento iniciador potencialmente prevenible, como un traumatismo menor que causa una lesión cutánea. En el caso del paciente diabético la presentación clásica de la UPD es la de un pie infectado grave a través de una herida previa, con necrosis rápidamente progresiva. Se observa un tejido necrótico y colecciones purulentas [7].

Según Blanes y colaboradores, las úlceras de la extremidad inferior son la transición del traumatismo a la pérdida de la barrera protectora. Estas lesiones son provocadas fundamentalmente por un traumatismo local que actúa sobre un tejido con compromiso vascular o metabólico previo. La principal consecuencia de este fenómeno es la anulación de la respuesta inmunológica de la piel, lo que transforma el lecho de la herida en un sustrato altamente susceptible a la colonización bacteriana crónica y al desarrollo de consorcios polimicrobianos de difícil erradicación [4].

Por su tiempo de evolución estas lesiones se clasifican en agudas o crónicas según las causas y las consecuencias de las mismas. Las lesiones agudas por lo general tienen un proceso organizado y normal de cicatrización, que le devuelve al paciente la integridad estructural y funcional del tejido. En cambio, las heridas crónicas son lesiones que no llegan a recuperar su integridad estructural y funcional al momento de cicatrizar [3].

Las lesiones ulcerosas en el pie pueden llegar a presentar infecciones, mismas que se consideran una de las principales complicaciones graves especialmente en pacientes con diabetes o neuropatía. Una infección que puede progresar rápidamente a osteomielitis (infección del hueso) y, en los casos más severos, derivar en gangrena y amputación de la extremidad. Algunos informes reportan que,

en el mundo, al año se realizan más de un millón de amputaciones en tan solo en pacientes diabéticos, lo que equivale a una amputación cada 30 segundos. La lesión menor, que evoluciona de manera desfavorable, en 85% de casos es responsable de la pérdida del miembro lesionado; existe evidencia de que 80% de dichas heridas se puede identificar y prevenir [(2)].

Las infecciones deben clasificarse en función de su gravedad, como leves, moderadas-leves, moderadas-graves y graves. Su tratamiento es complejo y debe ser multidisciplinario. La recogida de una muestra adecuada es determinante para que el diagnóstico microbiológico sea útil. El cultivo de muestras no representativas proporciona resultados sin valor que pueden conducir a tratamientos inadecuados. Los microorganismos implicados en la etiología de la infección de las úlceras de pie varían según el tipo de infección y determinadas situaciones del paciente (tratamiento antibiótico, manipulación u hospitalización previas). La identificación temprana de la infección tiene importancia para el éxito de los resultados clínicos, porque muchas úlceras del pie diabético representan verdaderas emergencias y la antibioticoterapia debe comenzarse inmediatamente para mejorar las posibilidades de recuperación de la extremidad [(2)].

Los patógenos más comunes en infección aguda, no tratada previamente, superficial en heridas son bacterias gram positivas aerobias, particularmente *Staphylococcus aureus* y estreptococo beta hemolítico del grupo A, B y otros [(8)].

Los pacientes que han recibido recientemente antibióticos o con infecciones profundas del miembro afectado o con heridas crónicas usualmente desarrollan infecciones mixtas por microorganismos aerobios grampositivos, aerobios gramnegativos (*Escherichia coli, Proteus* sp*, Clostridium* sp*, Peptococcus* sp *y Peptostreptococcus*). Bacterias anaerobias se encuentran usualmente en infecciones mixtas en pacientes con isquemia o gangrena. En pacientes previamente hospitalizados o con terapia antibiótica previa el patógeno más común es el *Staphylococcus aureus* meticilino resistente (MRSA). *S. aureus* es el patógeno grampositivo más común de las infecciones de pie diabético. Estudios indican una prevalencia de 15-30% de MRSA en pacientes con úlceras diabéticas infectadas [(8)].

Investigaciones microbiológicas contemporáneas señalan que la colonización de una úlcera es un proceso dinámico. Seguido al traumatismo y la pérdida de la barrera cutánea, los cocos grampositivos como *S. aureus* dominan los primeros días, si la úlcera no cicatriza debido a hipoxia o estasis venosa, el microambiente acumula esfacelo y humedad. Esto genera un cambio celular y físico que favorece el asentamiento de bacilos gramnegativos oportunistas y bacterias anaerobias de difícil erradicación. Los consorcios bacterianos interactúan metabólicamente (los aerobios consumen el oxígeno superficial, creando nichos profundos para los anaerobios), acelerando la destrucción de la matriz tisular [(4)].

Las biopelículas en úlceras de miembros inferiores conceden a los patógenos una resistencia a los antimicrobianos hasta 1000 veces mayor en comparación con sus homólogos planctónicos, convirtiendo a la colonización crítica en la principal causa de retraso en la cicatrización y osteomielitis. Criterio estricto: El diagnóstico de infección debe ser estrictamente clínico, basado en la presencia de signos de inflamación local (eritema, calor, dolor, induración o secreción purulenta). Advertencia sobre cultivos: Las guías enfatizan que nunca se debe cultivar una úlcera clínicamente no infectada, ya que esto solo detecta colonización ordinaria y conduce al uso innecesario de antibióticos [(4)].

Las diferencias observadas en la bacteriología de las úlceras se han relacionado con el tipo de muestra utilizada, la calidad del procesamiento microbiológico, la presencia o no de infección, la gravedad, el tratamiento antimicrobiano previo y las variaciones geográficas y temporales [(4)]. Las diferencias observadas en la bacteriología de las úlceras del PD se han relacionado con el tipo de muestra utilizada, la calidad del procesamiento microbiológico, la presencia o no de infección, la gravedad, el tratamiento antimicrobiano previo y las variaciones geográficas y temporales [(4)].

Se sugiere que el cultivo debe realizarse en medios selectivos y diferenciales como Agar MacConkey para aislar bacilos gramnegativos no fermentadores de lactosa seguido de identificación automatizada avanzada (perfiles bioquímicos o espectrometría de masas MALDI-TOF) [(2)].

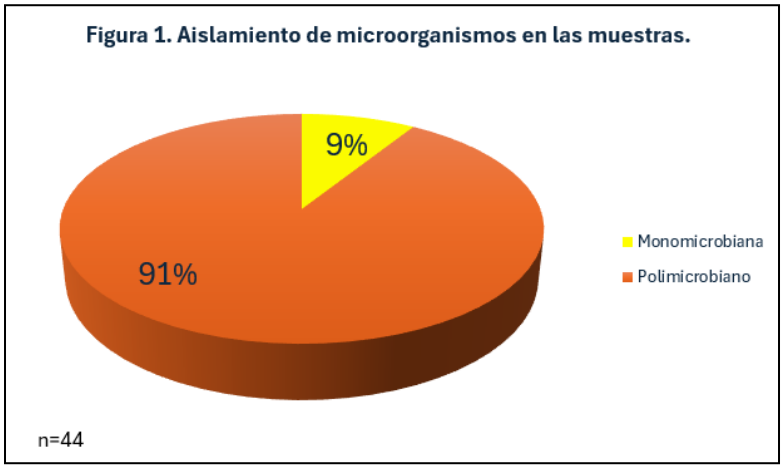
PARTE EXPERIMENTAL

METODOLOGÍA

La investigación realizada es de tipo cuantitativa-transversal, en la que se analizaron los datos obtenidos a partir de 44 muestras de lesiones ulcerosas de pie que fueron tomadas por personal profesional capacitado en toma de muestras bajo consentimiento informado. Las muestras se procesaron en un laboratorio particular. Cada una de las muestras se cultivó en diferentes medios de cultivos en los cuales se incluyen medios de enriquecimiento como agar sangre y agar chocolate, selectivos y diferenciales como agar Sal y Manitol, McConkey, posteriormente se hicieron pruebas bioquímicas específicas para la identificación de cada tipo de especie bacteriana. Por último, se realizaron los respectivos antibiogramas para cada uno de los cultivos que resultaron positivos. Con los resultados obtenidos se hicieron los análisis estadísticos.

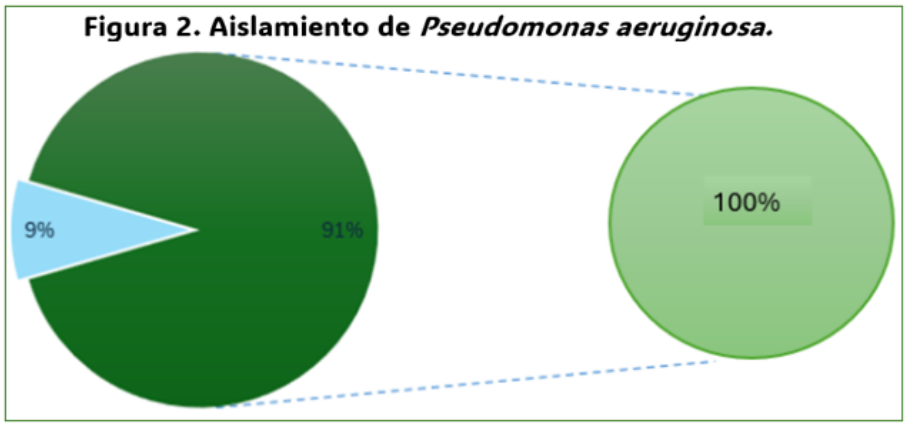
RESULTADOS

En el análisis de las muestras fue de 44 en total, en la figura 1. Se observa el porcentaje de aislamiento en los cultivos, pasadas las 24 horas de analiza la morfología colonial para ver las bacterias sugestivas como el agente causal, en un 9% se encontró solamente un microorganismo, y en el 91% fueron más de dos microorganismos aislados.



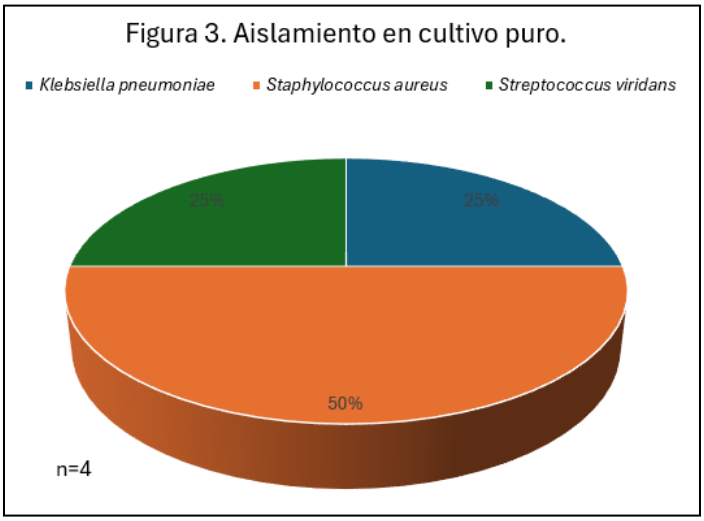
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

De los cultivos mixtos que corresponde al 91%, en el 100% de los casos se aisló *Pseudomonas aeruginosa*, observar figura 2, si bien son bacterias que se encuentran en sitios como el suelo, aire, sin embargo, en los pacientes con úlcera de pie resulta grave por su nivel de multirresistencia a los antibióticos y que además se relaciona con el estado de cronicidad de las lesiones. El microambiente ulceroso acumula de manera progresiva esfacelo, detritos celulares y un abundante exudado húmedo bajo condiciones de hipoxia severa.



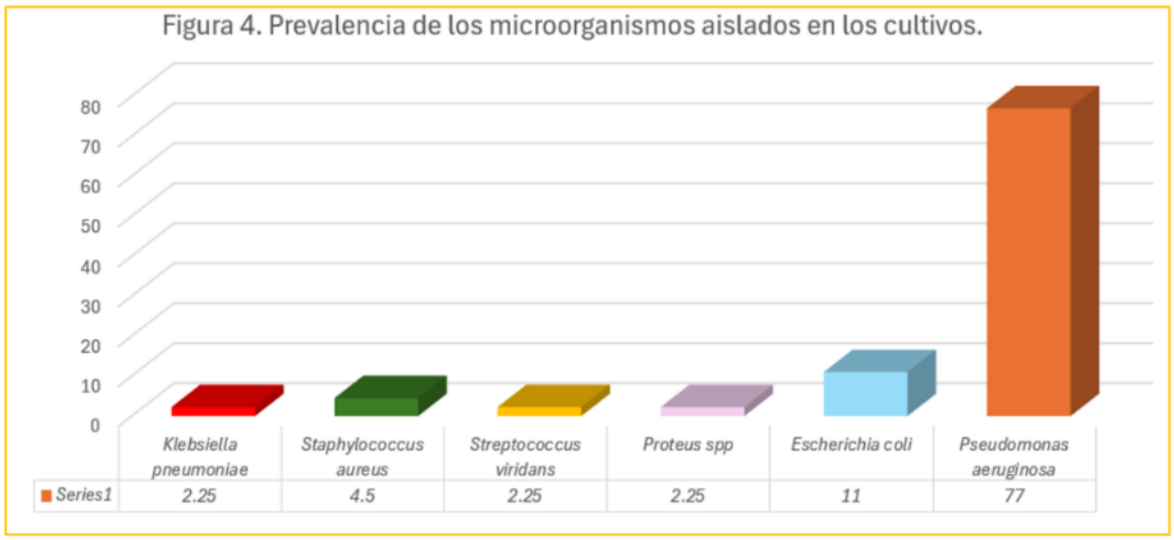
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

En los cultivos puros, los microorganismos que se aislaron fueron: 2.25% *Klebsiella pneumoniae*, 4.5% *Staphylococcus aureus*, 2.25% *Streptococcus viridans*, en la figura 3 se observa el aislamiento en ese 9% de las muestras.



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados.

En relación a la prevalencia de las bacterias que se aislaron en las 44 muestras procesadas, se identificaron seis diferentes tipos de bacterias (figura 4). Las bacterias encontradas corresponden tanto a bacterias grampositivas como a gramnegativas, la mayoría corresponde a bacterias que forman parte de la biota normal, pero que en condiciones favorables con las lesiones ulcerosas de pie se compartan como oportunistas. Los resultados arrojaron las siguientes prevalencias: 2.25% *Klebsiella pneumoniae*, 4.5% *Staphylococcus aureus*, 2.25% *Streptococcus viridans*, 2.25%, *Proteus* spp, 11% *Escherichia coli* y en un 77% *Pseudomonas aeruginosa.*



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos y procesados.

Una vez identificadas las cepas bacterianas, se llevó a cabo la realización de los antibiogramas correspondientes para emitir los reportes de resultados con la finalidad de que el médico tratante brindara el tratamiento certero y eficaz para el microorganismo aislado en cada uno de los casos.

CONCLUSIONES

Las lesiones ulcerosas en las extremidades inferiores cuando se tornan crónicas presentan una mayor tendencia a tornarse polimicrobianas (91% de los casos analizados). Este comportamiento confirma la cooperación metabólica entre comunidades bacterianas que perpetúan la inflamación tisular y bloquea las cascadas normales de cicatrización.

La predominancia de *Pseudomonas aeruginosa* coincide con lo que determina la literatura, al vincular a esta especie bacteriana con la cronicidad de las lesiones y desarrollo en sitios lesionados que se caracterizan por ser ambientes húmedos e hipóxicos.

La prevalencia de la población microbiana presente depende de factores diversos como el metabolismo del paciente, la higiene del pie y el uso de antibióticos. Aún no se ha establecido la terapia óptima para el control de las lesiones ulcerosas del pie, pero diversos autores coinciden que el aislamiento y la identificación del agente etiológico es esencial para una terapia antibiótica apropiada para evitar complicaciones crónicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lipsky BA, Senneville É, Abbas ZG, Aragón-Sánchez J, Diggle M, Embil JM, et al. Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes. Diabetes Metab Res Rev. 2024; 40(3) https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/dmrr.3648.
2. Febles-Sanabria RJ, García-Herrera AL. Características microbiológicas de los pacientes con úlcera del pie diabético. Rev Cubana Angiol Cir Vasc. 2025 diciembre; 22(3). https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/cbiomedica/article/view/3418
3. Humala Rojas J, Rengel Pinzón G, Crespo Narváez M, Crespo Loyola C.. Cicatrización de heridas.. In Suturando conocimientos en el arte de la cirugía. Buenos Aires p. 79-98. https://puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/pmea/catalog/download/13/82/120?inline=1

4. Blanes JI, Clará A, Lozano F, Martínez-Gómez DA, Doiz E, Merino R, et al. Documento de consenso sobre el tratamiento de las infecciones en el pie del diabético Rev Esp Quimioter. 2011;24(4):233-262. https://seq.es/seq/0214-3429/24/4/diabetico_esp.pdf
5. García-Martínez MB, Raña-Lama CD. Guía práctica de úlceras de la extremidad inferior. Servizo Galego de Saúde DXdAS, editor. Santiago de Compostela; 2024. https://ulcerasfora.sergas.gal/Informacion/Documents/8/GUIA-2-ULCERAS%20EXTREMIDAD%20INFERIOR-PUF-139D-%20Publicada-2024-CAST.pdf
6. M McDermott K, Fang M, Boulton AJM, Selvin E, Hicks CW. Etiology, Epidemiology, and DispBurden of Diabetic Foot Ulcers. Diabetes Care. 2023; 46(1): p. 209-221 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36548709/
7. Monteiro J, Wang C. Pie diabético y úlceras vasculares de la extremidad inferior. Actualización en diagnóstico, microbiología y tratamiento. Angiología. 2023; 75(4): p. 206-215. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0003-31702023000400006
8. Solano López A, Solano López J, Vargas Cubero J. Úlceras por presión. Rev Méd Costa Rica Centroam [Internet]; 71(610): p. 319-322. https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/610/art20.pdf

CARACTERIZACIÓN GENÓMICA DE LA VIRULENCIA EN AISLADOS CLÍNICOS MEXICANOS DE *Acinetobacter Baumannii*

Matilde Cecilia Martínez Vázquez[1], Gerardo Vázquez Marrufo[2], Ma. Soledad Vázquez Garcidueñas[1]

[1]División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez, UMSNH; [2] Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UMSNH.
matilde.cecilia.martinez@umich.mx

RESUMEN

Acinetobacter baumannii se ha consolidado como uno de los patógenos oportunistas de mayor impacto en el ámbito hospitalario a nivel mundial, debido principalmente a su estrecha asociación con infecciones nosocomiales graves y a la emergencia de cepas multirresistentes y panresistentes. Aunque la resistencia antimicrobiana constituye uno de los ejes centrales de investigación en este microorganismo, los determinantes de virulencia y su base genética permanecen relativamente poco caracterizados, en particular en lo que respecta a su interacción con la variabilidad genética. La evidencia disponible indica que la patogenicidad de *A. baumannii* no está determinada exclusivamente por el repertorio genético, sino que depende críticamente de la variación en la secuencia de los genes de virulencia. Entre estas variaciones destacan los polimorfismos de nucleótido único, que pueden modificar la estructura y la función de proteínas implicadas en procesos clave como la adhesión a superficies biológicas y abióticas, la invasión tisular, la evasión de la respuesta inmunitaria del hospedero y la persistencia en ambientes hostiles. El objetivo de este estudio es analizar los determinantes genéticos asociados a la virulencia en cepas michoacanas de *Acinetobacter baumannii*. Se seleccionaron 19 cepas clínicas del cepario del Laboratorio de Genética Molecular Microbiana; de estas, 10 tenían genomas previamente secuenciados, mientras que los 9 restantes se sometieron en este estudio a extracción de ADN y secuenciación con la plataforma Illumina. Los genomas resultantes fueron evaluados en cuanto a su calidad, ensamblados, alineados y tipificados mediante MLST, utilizando diversas herramientas bioinformáticas. El análisis de 19 genomas clínicos de *A. baumannii* mostró una notable variabilidad en los determinantes de virulencia, evidenciada por diferencias en el número y la composición de los genes asociados a la virulencia. De los 136 genes en la base VFDB, la cepa ACI040 tenía el mayor número (124) y ACI043, el menor (97). Se identificaron genes con alta densidad de SNPs, en particular aquellos asociados a la captación de hierro, la adhesión y la formación de biopelículas, lo que sugiere una elevada plasticidad genética y una posible adaptación a condiciones de estrés hospitalario. La variación significativa en factores clave de virulencia sugiere que no solo la presencia o ausencia de genes, sino también su secuencia y su posible regulación, influyen en las propiedades patogénicas de cada aislado. Esto destaca la importancia de considerar la variabilidad genética como un factor crítico de la virulencia clínica.

INTRODUCCIÓN

Acinetobacter baumannii es un patógeno nosocomial oportunista gramnegativo, aerobio estricto (Dehbanipour y Ghalavand, 2022; Ma y MacClean, 2021). Es uno de los agentes de mayor prevalencia en las infecciones nosocomiales. Actualmente se clasifica entre las bacterias multirresistentes más críticas a nivel mundial. Este patógeno es responsable de aproximadamente 7, 300 casos de infección y 500 muertes al año, representando un importante problema de salud pública más grave debido a la escasez de terapias efectivas y métodos adecuados para controlar su propagación (Ahuatzin *et al*., 2024). Causa infecciones nosocomiales graves e invasivas principalmente en pacientes hospitalizados en estado crítico o inmunocomprometidos, por lo que es frecuente su aislamiento en unidades de cuidados intensivos y de quemados. Entre las

patologías más comunes asociadas a *A. baumannii* se encuentran la neumonía asociada a ventilación, bacteriemia, infecciones de la piel, tejidos blandos y del tracto urinario, meningitis y endocarditis (Morris *et al*., 2019; Dehbanipour y Ghalavand, 2022).

La intervención frente a *A. baumannii* en infecciones hospitalarias ha sido un reto en las últimas décadas debido a su amplia resistencia a los antibióticos y a la alta mortalidad asociada a dichas infecciones (Vanegas *et al*., 2014; Dehbanipour y Ghalavand, 2022). El aumento de cepas multirresistentes ha limitado las opciones terapéuticas para este patógeno, que se ha convertido en una gran amenaza para los pacientes hospitalizados en todo el mundo. Por esta razón, una mejor comprensión de la virulencia de *A. baumannii* contribuye al desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas para prevenir y tratar las infecciones por este patógeno (Morris *et al*., 2019).

TEORIA

Acinetobacter baumannii es uno de los principales patógenos oportunistas asociados a infecciones nosocomiales a nivel mundial, especialmente en pacientes inmunocomprometidos. Su relevancia clínica radica en su elevada capacidad para adquirir resistencia a los antimicrobianos, así como en su habilidad para persistir en entornos hospitalarios mediante diversos mecanismos de adaptación y virulencia. Entre las infecciones más frecuentemente asociadas con este microorganismo se encuentran la neumonía asociada a ventilación mecánica, bacteremias, infecciones de heridas y del tracto urinario (Yao *et al*.,2023; Shadan *et al*., 2023).

El éxito adaptativo de *A. baumannii* se relaciona estrechamente con su notable plasticidad genética y con la presencia de múltiples factores de virulencia, incluidos sistemas de adquisición de hierro, formación de biopelículas, proteínas de la membrana externa, sistemas de secreción y bombas de eflujo. Estos mecanismos favorecen la adhesión a superficies bióticas y abióticas, la evasión de la respuesta inmunitaria y la supervivencia frente a condiciones de estrés ambiental y presión antibiótica (Lucidi *et al*., 2024; Shadan *et al*., 2023).

En los últimos años, el análisis genómico ha permitido identificar una considerable diversidad genética entre cepas clínicas de *A. baumannii*, lo que evidencia que la patogenicidad no depende únicamente de la presencia de genes de virulencia, sino también de variaciones en dichos genes. En particular, los polimorfismos de nucleótido único (SNPs) pueden modificar la estructura y la función de proteínas implicadas en procesos clave como la adhesión, la formación de biopelícula, la resistencia antimicrobiana y la persistencia intracelular (Maure *et al*., 2023; Park *et al*., 2023).

Por ello, el estudio de la variabilidad genética y de los perfiles de conservación de genes de virulencia en cepas clínicas de A. baumannii resulta fundamental para comprender los mecanismos moleculares asociados a su adaptación, persistencia hospitalaria y potencial patogénico.

PARTE EXPERIMENTAL

Material biológico.

Se emplearon 19 cepas clínicas locales de *Acinetobacter baumannii*, donadas por el Hospital General 'Dr. Miguel Silva' de Morelia, Michoacán, la identificación de determinantes genéticos asociados a la virulencia.

Extracción de ADN.

Las cepas se sembraron en medio Luria-Bertani y se incubaron por 12 h a 37 °C. Se tomaron las colonias crecidas y se suspendieron en 600 µL de buffer de lisis (Tris-HCl 100 mM pH 8, SDS 10%, NaCl 5 M, EDTA 0.5 M). Se agregaron 600 µL de fenol-cloroformo (1:1), se agitó durante 10 min y se centrifugó a 10,000 g durante 10 min. El sobrenadante se transfirió a otro tubo y se agregaron 600 µL fenol-cloroformo (1:1), agitando por 10 min y se centrifugó de la manera previamente descrita. El sobrenadante se transfirió a un tubo nuevo y se repitió la extracción fenólica. Después de agitar en vortex, las muestras se centrifugaron a 10,000 *g* por 10 min. La fracción acuosa se transfirió a un

tubo nuevo, se agregaron 600 µL de isopropanol frío, se mezcló suavemente por inversión y se incubó a -20°C durante 10 min. Después de centrifugar según lo descrito previamente, se eliminó el sobrenadante y la pastilla se lavó dos veces con etanol al 70%, dejándola secar a temperatura ambiente. Una vez seca la pastilla, se resuspendió en 35 µL de agua desionizada estéril. Después, la muestra se centrifugó como se describió anteriormente, se lavó dos veces con 200 µL de etanol al 70% y se dejó evaporar a sequedad. La pastilla de ADN se resuspendió en 50 µL de agua y se mantuvo a -20°C hasta su uso (Sambrook y Russell, 2001).

Secuenciación y ensamblaje de genomas y búsqueda de genes de virulencia en cepas clínicas de *A. baumannii* aisladas en Michoacán.
La secuenciación de los genomas será realizada por la empresa SeqCenter. En breve las muestras de ADN purificadas se secuenciarán con el kit HiSeq200 en un secuenciador HiSeq de la plataforma Illumina (Illumina, CA, USA), produciendo lecturas (*reads*) de secuenciación en formato “fastq”. Se obtendrán dos archivos con formato según el sentido de las lecturas: 5’-> 3’ (forward) y 3’-> 5’ (reverse), para cada genoma. Se realizará el análisis de calidad de las lecturas con el programa FastQC 0.11.9. Posteriormente, se realizarán recortes de lectura de baja calidad (score Phred > 25, buena calidad) y de regiones repetidas o adaptadores de la secuenciación, verificando que no se eliminen demasiados contigs. Nuevamente, se revisará la calidad de las lecturas recortadas con FastQC 0.11.9. El ensamblado del genoma se realizará con Spades y el de plásmidos con PlasmidSpades. El alineamiento con el genoma de referencia se realizará mediante ABACAS. Para la búsqueda de genes de virulencia se utilizará el servidor ABRICATE (VFDB). La búsqueda de mutaciones en genes de virulencia se realizará con la herramienta GATK.

RESULTADOS

Se identificó la presencia y ausencia de genes de virulencia en cepas clínicas de *A. baumannii* (Figura 1). En general, la mayoría de los genes mostraron un patrón altamente conservado entre los aislamientos. Esto sugiere que las cepas comparten un núcleo de genes importantes relacionados con los mecanismos de virulencia, persistencia y adaptación al ambiente hospitalario.

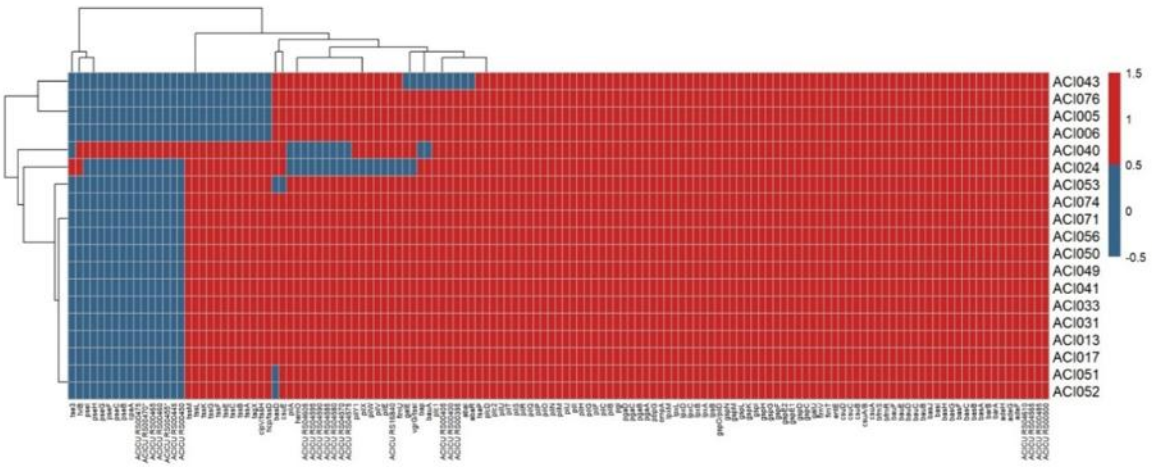


Figura 1. Presencia de genes de virulencia en cepas clínicas de *A. baumannii*.

El análisis de agrupamiento jerárquico permitió observar la formación de clústeres entre los aislamientos, lo que indica una estrecha relación genética entre varias de las cepas estudiadas.

Algunos aislamientos, como ACI043, ACI076, ACI005 y ACI006, presentaron perfiles genéticos muy similares y se agruparon en el mismo clado. De manera similar, otros aislamientos compartieron

patrones comparables de presencia y ausencia génica, lo que podría reflejar un origen clonal relacionado o mecanismos adaptativos comunes.

Asimismo, se identificaron diferencias puntuales en determinados genes, principalmente en genes asociados a sistemas de secreción, proteínas de membrana y factores de adhesión. Estas variaciones podrían estar relacionadas con procesos de microevolución, de adaptación diferencial o de pérdida o de adquisición de elementos genéticos específicos.

En conjunto, los resultados indican una elevada conservación de genes de virulencia y de adaptación entre los aislamientos analizados, aunque con variaciones específicas que evidencian diversidad genética intraespecífica en las cepas de *A. baumannii* estudiadas.

Los genes relacionados con la captación de hierro y bombas de eflujo, particularmente *adeG* y diversos genes pertenecientes a los operones *bas* y *bau*, presentaron los mayores números de variantes (SNP´s), reflejados por tonalidades amarillas y anaranjadas en el mapa de calor (Figura 2).

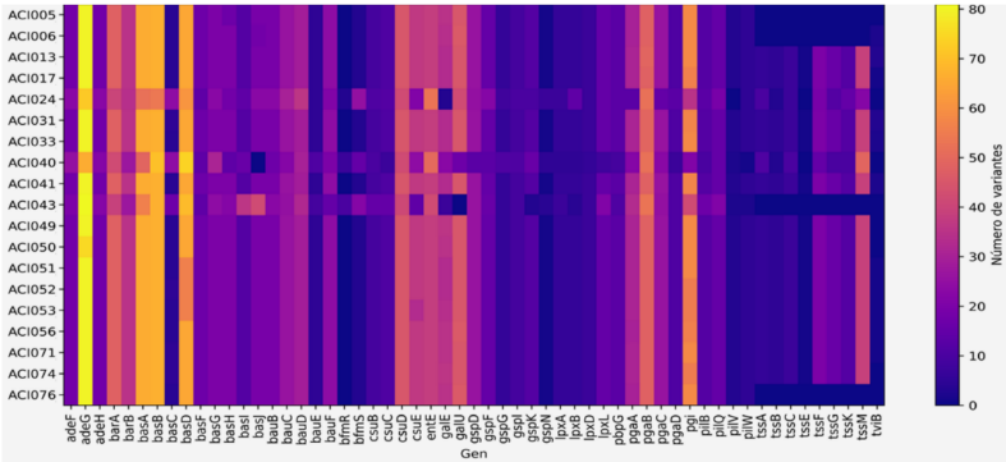


Figura 2. Presencia de SNPs en genes de virulencia de *A. baumannii*.

Mapa de calor del número de variantes identificadas en genes asociados a la virulencia y la adaptación en los diferentes aislamientos de *Acinetobacter baumannii* analizados. En general, se observó una distribución heterogénea de variantes entre los genes evaluados, lo que evidencia diferencias en el grado de conservación genética.

De manera similar, genes asociados con la adhesión y la formación de biopelícula, como los pertenecientes al sistema *csu* y algunos genes *pil*, también mostraron una elevada densidad de SNPs en varios aislamientos. Estos hallazgos sugieren una considerable plasticidad genética en genes implicados en procesos clave de adaptación, persistencia y colonización bacteriana.

En contraste, genes como *lpx* y algunos pertenecientes al sistema de secreción tipo VI (*tss*) presentaron un menor número de variantes.

Asimismo, los patrones de variación observados fueron relativamente similares en la mayoría de los aislamientos, lo que sugiere una estrecha relación genética entre las cepas analizadas y posibles mecanismos adaptativos compartidos. No obstante, algunos aislamientos presentaron incrementos puntuales en el número de variantes en genes específicos.

CONCLUSIONES

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que los aislamientos de *Acinetobacter baumannii* presentan una alta conservación de genes asociados a la virulencia, lo que sugiere una estrecha relación genética entre las cepas analizadas. Sin embargo, el análisis de variantes reveló una heterogeneidad importante en el número de SNPs presentes en genes específicos, particularmente en aquellos relacionados con la adhesión, la formación de biopelícula, la captación de hierro y los sistemas de eflujo.

Estos hallazgos indican que, aunque las cepas comparten un repertorio genético similar, existen diferencias a nivel de secuencia que podrían influir en la funcionalidad de las proteínas involucradas en la persistencia, la adaptación al ambiente hospitalario y la capacidad patogénica. En conjunto, la combinación de conservación génica y variabilidad nucleotídica refleja la elevada plasticidad genética de *A. baumannii* y su capacidad de adaptación a la presión selectiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahuatzin OE, Torres E & Chávez E. 2024. Acinetobacter baumannii, a Multidrug-Resistant Opportunistic Pathogen in New Habitats: A Systematic Review. *Microorganisms*, *12*(4), 644. https://doi.org/10.3390/microorganisms12040644
2. Dehbanipour R & Ghalavand Z. 2022. Acinetobacter baumannii: Pathogenesis, virulence factors, novel therapeutic options and mechanisms of resistance to antimicrobial agents with emphasis on tigecycline. Journal of Clinical Pharmarcy and Therapeutics. 47(11):1875-1884. https://doi.org/10.1111/jcpt.13787
3. Lucidi M, Visaggio D, Migliaccio A, et al. Pathogenicity and virulence of Acinetobacter baumannii: Factors contributing to the fitness in healthcare settings and the infected host. Virulence. 2024;15(1):2289769. https://doi.org/10.1080/21505594.2023.2289769
4. Ma C, & McClean S. 2021. Mapping global prevalence of Acinetobacter baumannii and recent vaccine development to tackle It. Vaccines (Basel) 9(6), 570. https://doi.org/10.3390/vaccines9060570
5. Morris FC, Dexter C, Kostoulias X, Uddin MI, Peleg A. 2019. The mechanisms of disease caused by Acinetobacter baumannii. Frontriers in Microbiology. 10:1601 https://doi.org/10.3389 / fmicb.2019.01601
6. Park SM, Suh JW, Ju YK, et al. Molecular and virulence characteristics of carbapenem-resistant Acinetobacter baumannii isolates: a prospective cohort study. Scientific Reports. 2023;13:19536. https://doi.org/10.1038/s41598-023-46985-1
7. Shadan A, Pathak A, Ma Y, et al. Deciphering the virulence factors, regulation, and immune response to Acinetobacter baumannii infection. Front Cell Infect Microbiol. 2023;13:1053968. https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1053968
8. Yao Y, Chen Q, Zhou H. Virulence Factors and Pathogenicity Mechanisms of Acinetobacter baumannii in Respiratory Infectious Diseases. Antibiotics. 2023;12(12):1749. https://doi.org/10.3390/antibiotics12121749

FACTORES PSICOSOCIALES ASOCIADOS A SARCOPENIA Y SÍNDROME DE FRAGILIDAD EN ADULTOS MAYORES

Luis Roberto López Aparicio[1], Sol María Quirarte Báez1, Jorge Eduardo Castañeda Bañuelos[2], Claudia Araceli Reyes Estrada[2]

[1]Universidad Autónoma de Zacatecas, [2]Unidad Académica de Medicina Humana y Ciencias de la Salud
robert821120@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El envejecimiento poblacional representa uno de los principales desafíos para los sistemas de salud debido al incremento de enfermedades crónicas y síndromes geriátricos como la sarcopenia y la fragilidad. Estas condiciones afectan significativamente la funcionalidad, independencia y calidad de vida de las personas mayores. En los últimos años se ha reconocido la importancia de los factores psicosociales como determinantes de la salud, destacando el papel del apoyo social, la soledad, el estrés percibido y el aislamiento social en el proceso de envejecimiento.

Objetivo: Identificar los factores psicosociales asociados a sarcopenia y síndrome de fragilidad en adultos mayores atendidos en un hospital de segundo nivel.

Material y métodos: Estudio observacional, analítico y transversal realizado en 176 adultos mayores. Se utilizaron instrumentos validados para evaluar apoyo social (Duke-UNC), soledad (UCLA), estrés percibido (PSS-10) y aislamiento social (Lubben Social Network Scale). La sarcopenia se evaluó mediante SARC-F y la fragilidad mediante los criterios de Fried. El análisis estadístico incluyó frecuencias, porcentajes y prueba de chi cuadrada con significancia estadística de $p<0.05$.

Resultados: La prevalencia de hipertensión arterial fue de 49%, diabetes mellitus de 42%, EPOC de 15% y enfermedades articulares de 83%. Todos los factores psicosociales evaluados mostraron asociación significativa con la presencia de sarcopenia. En relación con el síndrome de fragilidad, únicamente el estrés percibido presentó asociación estadísticamente significativa ($p=0.031$).

Conclusiones: Los factores psicosociales desempeñan un papel relevante en el desarrollo de sarcopenia y fragilidad. La incorporación de evaluaciones psicosociales en la atención geriátrica puede contribuir a la identificación temprana de riesgos y al diseño de intervenciones integrales orientadas a mejorar la calidad de vida de los adultos mayores.

Palabras clave: sarcopenia, fragilidad, adultos mayores, apoyo social, soledad, estrés percibido.

INTRODUCCIÓN

El incremento sostenido de la esperanza de vida ha generado una transición demográfica caracterizada por un crecimiento acelerado de la población adulta mayor. Este fenómeno plantea importantes desafíos para los sistemas de salud debido al aumento de enfermedades crónicas y síndromes geriátricos que afectan la funcionalidad y autonomía de las personas mayores.

La sarcopenia es una enfermedad musculoesquelética relacionada con la edad, caracterizada por la pérdida progresiva de masa muscular, fuerza y rendimiento físico. Por su parte, el síndrome de fragilidad se define como un estado de vulnerabilidad fisiológica asociado con una disminución de las reservas funcionales del organismo y un incremento en el riesgo de eventos adversos como discapacidad, hospitalización y mortalidad.

Aunque tradicionalmente estas condiciones han sido estudiadas desde una perspectiva biomédica, actualmente existe evidencia que demuestra la influencia de factores psicosociales sobre el estado funcional del adulto mayor. Aspectos como la soledad, el aislamiento social, el estrés percibido y la falta de apoyo social pueden afectar negativamente la salud física y mental, favoreciendo el deterioro funcional y el desarrollo de síndromes geriátricos.

La comprensión de estos factores resulta especialmente relevante en contextos de atención primaria y hospitalaria, donde la identificación temprana de riesgos permite implementar estrategias preventivas y terapéuticas oportunas. En México, la información sobre la relación entre factores psicosociales, sarcopenia y fragilidad continúa siendo limitada, particularmente en poblaciones atendidas dentro de instituciones públicas de salud.

Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo identificar los factores psicosociales asociados a sarcopenia y síndrome de fragilidad en adultos mayores atendidos en un hospital de segundo nivel.

TEORÍA

La salud del adulto mayor debe comprenderse desde una perspectiva biopsicosocial que considere la interacción entre factores biológicos, psicológicos y sociales. El envejecimiento no constituye únicamente un proceso fisiológico, sino que está influenciado por las condiciones de vida, las relaciones interpersonales y los recursos disponibles para afrontar los cambios propios de esta etapa.

El apoyo social se refiere a la disponibilidad de recursos emocionales, afectivos y materiales proporcionados por familiares, amigos o la comunidad. Diversos estudios han demostrado que las personas mayores con redes sociales sólidas presentan mejor estado funcional, menor incidencia de depresión y una mayor adherencia a tratamientos médicos.

Por otra parte, la soledad constituye una experiencia subjetiva derivada de la percepción de insuficiencia en las relaciones sociales. El aislamiento social, aunque relacionado con la soledad, se refiere a una reducción objetiva de contactos e interacciones sociales. Ambos fenómenos se han asociado con deterioro cognitivo, enfermedades cardiovasculares, depresión y mortalidad prematura.

El estrés percibido representa la valoración individual que realiza una persona sobre las demandas de su entorno y su capacidad para afrontarlas. La exposición prolongada al estrés puede desencadenar alteraciones neuroendocrinas, inflamatorias e inmunológicas que contribuyen al deterioro físico y funcional.

En conjunto, estos factores psicosociales pueden influir en la aparición y progresión de la sarcopenia y la fragilidad mediante mecanismos directos e indirectos relacionados con la actividad física, la nutrición, la salud mental y la capacidad adaptativa del individuo.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio observacional, transversal y analítico en adultos mayores atendidos en un hospital de segundo nivel. La población estuvo conformada por 176 participantes que cumplieron los criterios de inclusión establecidos.

Para la evaluación de los factores psicosociales se utilizaron instrumentos validados internacionalmente. El apoyo social fue medido mediante la escala Duke-UNC, la soledad mediante la escala UCLA, el estrés percibido mediante la Escala de Estrés Percibido PSS-10 y el aislamiento social mediante la Escala de Redes Sociales de Lubben.

La sarcopenia se identificó utilizando el cuestionario SARC-F, mientras que la fragilidad fue evaluada mediante los criterios fenotípicos propuestos por Fried.

El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva para caracterizar a la población estudiada y pruebas de asociación mediante chi cuadrada para determinar la relación entre los factores psicosociales y las variables de interés. Se consideró significancia estadística un valor de p menor a 0.05.

RESULTADOS

Los resultados mostraron una elevada carga de enfermedades crónicas en la población estudiada. La hipertensión arterial estuvo presente en 49% de los participantes, la diabetes mellitus en 42%, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en 15% y las enfermedades articulares en 83%.

Respecto a los factores psicosociales, se observó que una proporción importante de adultos mayores presentó niveles intermedios o bajos de apoyo social, así como grados moderados y altos de soledad y estrés percibido.

El análisis de asociación reveló que todos los factores psicosociales estudiados mostraron relación significativa con la presencia de sarcopenia. Los participantes con menor apoyo social, mayores niveles de soledad, mayor estrés percibido y aislamiento social inadecuado presentaron una frecuencia significativamente superior de sarcopenia en comparación con aquellos con mejores condiciones psicosociales.

En cuanto al síndrome de fragilidad, únicamente el estrés percibido mostró asociación estadísticamente significativa ($p=0.031$). Aunque el apoyo social, la soledad y el aislamiento social no alcanzaron significancia estadística, se observaron tendencias que sugieren una posible influencia sobre el desarrollo de esta condición.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar los determinantes psicosociales como componentes fundamentales en la evaluación integral de la salud geriátrica.

CONCLUSIONES

El envejecimiento poblacional exige un abordaje integral de los síndromes geriátricos que contemple no solamente los aspectos biológicos, sino también los determinantes psicológicos y sociales de la salud. Los resultados del presente estudio evidencian que los factores psicosociales tienen una influencia importante en la presencia de sarcopenia y fragilidad en adultos mayores.

Se identificó que el bajo apoyo social, la soledad, el aislamiento social y el estrés percibido se asocian significativamente con la sarcopenia, mientras que el estrés percibido constituye un factor relevante en la aparición del síndrome de fragilidad. Estos resultados confirman la necesidad de incorporar la valoración psicosocial como parte de la atención geriátrica rutinaria.

Asimismo, los hallazgos respaldan el desarrollo de estrategias multidisciplinarias orientadas a fortalecer las redes de apoyo social, disminuir el aislamiento y promover intervenciones que reduzcan el impacto del estrés en la población adulta mayor. La implementación de estas acciones podría contribuir a retrasar el deterioro funcional, mejorar la calidad de vida y favorecer un envejecimiento saludable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2019;48(1):16-31.
2. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001;56(3):146-156.
3. Organización Mundial de la Salud. Década del Envejecimiento Saludable 2021-2030. Ginebra: OMS; 2021.
4. Martín-Sierra JA, et al. Sarcopenia en adultos mayores mexicanos. Rev Med IMSS. 2021.
5. Espinel-Bermúdez MC, et al. Factores asociados a sarcopenia en población geriátrica mexicana. Rev Salud Pública. 2021.
6. Acosta-Benito MA, et al. Manejo integral de la fragilidad en atención primaria. Aten Primaria. 2022.

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE ANSIEDAD EN UN MODELO MURINO DE NEUROINFLAMACIÓN INDUCIDO POR LPS

Irma Lizeth Rivera Martínez [1], Oscar Gutiérrez Coronado [1], Gilberto Uriel Rosas Sánchez [1] María Isabel Pérez Vega [1], María de la Luz Miranda Beltrán [1], José Luis Muñoz Carrillo [1], Cuahtémoc Sandoval Salazar [2], Celic Anayansi Cedillo Gómez [1], Paola Trinidad Villalobos Gutiérrez [1],

[1]Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Lagos, [2] Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra.

irma.rivera7739@alumnos.udg.mx

RESUMEN

La neuroinflamación es una respuesta inflamatoria que ocurre en el sistema nervioso central (SNC), activando diversos mediadores inflamatorios provocando alteraciones tanto fisiológicas como conductuales, existen varios factores relacionados con esta condición, pero el factor clave es la inflamación lo que conduce a una muerte neuronal. Por otro lado, el lipopolisacárido (LPS) es una endotoxina encontrada en la membrana externa de bacterias gramnegativas, esta provoca una respuesta inflamatoria a nivel sistémico que puede llegar hasta SNC. El modelo de LPS se utiliza ampliamente para inducir neuroinflamación, por lo que en este trabajo se evaluó el índice de ansiedad en un modelo murino de neuroinflamación por la administración de LPS. Se utilizaron ratones macho de la cepa CD1 (peso promedio: 23 g), en condiciones controladas de temperatura (25 °C), ciclos de luz/oscuridad de 12 h y acceso libre al alimento. Todos los procedimientos se realizaron conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 para el cuidado y uso de animales de laboratorio. Los animales se dividieron en dos grupos (7 ratones por grupo): Grupo 1 (control): ratones sin administración de ningún tratamiento. Grupo 2 (LPS): ratones tratados con LPS a una dosis diaria de 750 µg/kg durante 7 días[1]. Posteriormente, se realizaron las pruebas conductuales de laberinto elevado en cruz, campo abierto y prueba de nado forzado, para de evaluar el índice de ansiedad, actividad locomotora y la desesperanza, respectivamente, cada prueba duro 5 minutos. Los animales tratados con LPS presentaron una disminución de peso aproximada de 4 g en promedio y un deterioro del pelaje, mientras que el grupo 1 no mostro cambios significativos en el peso ni alteraciones observables en el pelaje. Al realizar las pruebas conductuales, se observó un deterioro físico con signos como letargia, disminución en la locomoción en los animales tratados con LPS en comparación con el grupo 1. Destacando el laberinto elevado en cruz, donde se obtuvo un índice de ansiedad promedio del grupo de LPS fue de 0.92±DE0.0346, mientras que el grupo 1 tuvo un índice de 0.64±DE0.0378, (el resultado 1 significa grado mayor de ansiedad). En la prueba de campo abierto, se observó un promedio de 4±DE0.909 cruces, con un tiempo de acicalamiento de 0 s y una conducta vertical de 0 s; además, el tiempo de inmovilidad fue de 274.34±DE8.23 s mostrando diferencias significativas cuando se comparan estos valores con el control. Finalmente, en la prueba de nado forzado, el tiempo de nado promedio fue de 12.76±DE3.44 s y en control se registró un tiempo significativamente mayor (201.25±DE8.22 s). La administración de LPS índice neuroinflamación, evidenciada en cambios fisiológicos y conductuales. El tratamiento con LPS aumentó significativamente la ansiedad y disminuyó la actividad locomotora respecto al grupo control, además de incrementar la desesperanza, reflejada en la disminución del tiempo de nado e incremento en la inmovilidad. Estos hallazgos confirman que el modelo de LPS provoca alteraciones conductuales asociadas a la neuroinflamación, lo que hace a este modelo adecuado para la evaluación de moléculas con actividad ansiolítica.

INTRODUCCIÓN

La neuroinflamación es una respuesta inmunitaria del SNC caracterizada por la activación de células gliales y mediadores inflamatorios en respuesta a un estímulo patológico, aunque inicialmente es un mecanismo de protección su activación persistente puede generar alteraciones funcionales y

estructurales. Existe una creciente evidencia que relaciona a la neuroinflamación con estas modificaciones de la conducta.[2,3]

El modelo de LPS es ampliamente utilizado para estudiar la neuroinflamación ya que esta endotoxina es capaz de activar la respuesta inmunitaria promoviendo la activación de vías inflamatorias y el reclutamiento de células inmunes y activando a la microglía, generando alteraciones tanto neuroquímicas como conductuales.[3,4]

Por otro lado, la ansiedad constituye una respuesta adaptativa que permite anticipar y responder ante situaciones potencialmente amenazantes; sin embargo, cuando los mecanismos que regulan esta respuesta se ven alterados pueden desarrollarse conductas ansiosas persistentes. Diversos estudios han demostrado que los procesos neuroinflamatorios son capaces de modificar la actividad neuronal y la plasticidad sináptica en circuitos cerebrales relacionados con la regulación emocional, favoreciendo la aparición de alteraciones conductuales compatibles con ansiedad.[5,6]

En modelos animales, estas alteraciones pueden evaluarse mediante pruebas conductuales ampliamente validadas. La prueba de campo abierto permite analizar la actividad locomotora y exploratoria, por su parte, el laberinto elevado en cruz es una de las herramientas más utilizadas para evaluar ansiedad, debido a que aprovecha la tendencia natural de los roedores a evitar espacios abiertos y elevados. Asimismo, la prueba de nado forzado permite valorar cambios en la respuesta conductual frente a situaciones estresantes.

Debido a la estrecha relación existente entre neuroinflamación y alteraciones conductuales, resulta de interés evaluar cómo la activación de procesos inflamatorios puede modificar parámetros relacionados con la exploración, la ansiedad y la respuesta al estrés.

TEORÍA

Neuroinflamación

La neuroinflamación es una respuesta inflamatoria dentro del cerebro. Este proceso involucra la producción de citocinas, quimiocinas, especies reactivas de oxígeno y segundos mensajeros, los cuales son liberados por la microglía, astrocitos, las células endoteliales y las células inmunitarias de la periferia. Es un componente esencial que contribuye al deterioro cognitivo y enfermedades neurodegenerativas.[7]

Es importante reconocer que los estímulos inflamatorios no siempre son benéficos ya que pueden conducir al desarrollo de una enfermedad neurodegenerativa, pero no siempre es malo ya que ayuda a la limitación del daño y la reparación de tejidos.[8]

Lipopolisacárido

El lipopolisacárido (LPS) es una endotoxina predominante de la membrana externa en las bacterias Gram negativas responsable de desencadenar una grave respuesta inflamatoria. Se trata de un glicolípido termoestable que juega un papel principal en el refuerzo esencial de la bicapa fosfolipídica asimétrica de la membrana externa reforzando la integridad estructural, así como su función de barrera de permeabilidad.[1]

La respuesta inflamatoria se da porque este compuesto actúa como ligando del receptor tipo Toll 4 (TLR4). El LPS interactúa tanto con los receptores tipo Toll (TLRs) como con los receptores tipo NOD-like (NLR), los cuales contienen un dominio de oligomerización de unión a nucleótidos y forman parte de los receptores de reconocimiento de patrones (PRRs). La unión del LPS al TLR4 es facilitada por la proteína de unión a LPS (LBP), lo que permite la formación del complejo TLR4-MD2 a través de una vía dependiente del factor de diferenciación mieloide 88 (MyD88) fig 1. Este complejo desencadena la activación del factor nuclear kappa B (NF-κB), un factor de transcripción clave y sensible al estado redox, fundamental para la producción de diversas citocinas y quimiocinas proinflamatorias. El receptor TLR-4 se encuentra principalmente en la microglía. La exposición al

LPS compromete la integridad de la barrera hematoencefálica (BHE), promueve la apoptosis neuronal y desencadena neuroinflamación y deterioro cognitivo mediante la activación de la microglía a través de la vía de señalización NF-κB. Una activación crónica o prolongada de la microglía inducida por LPS puede provocar la muerte neuronal y un aumento en la producción de citocinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), la interleucina 1 beta (IL-1β), la prostaglandina E2 (PGE2) y el óxido nítrico (NO), especialmente en el hipocampo.[4]

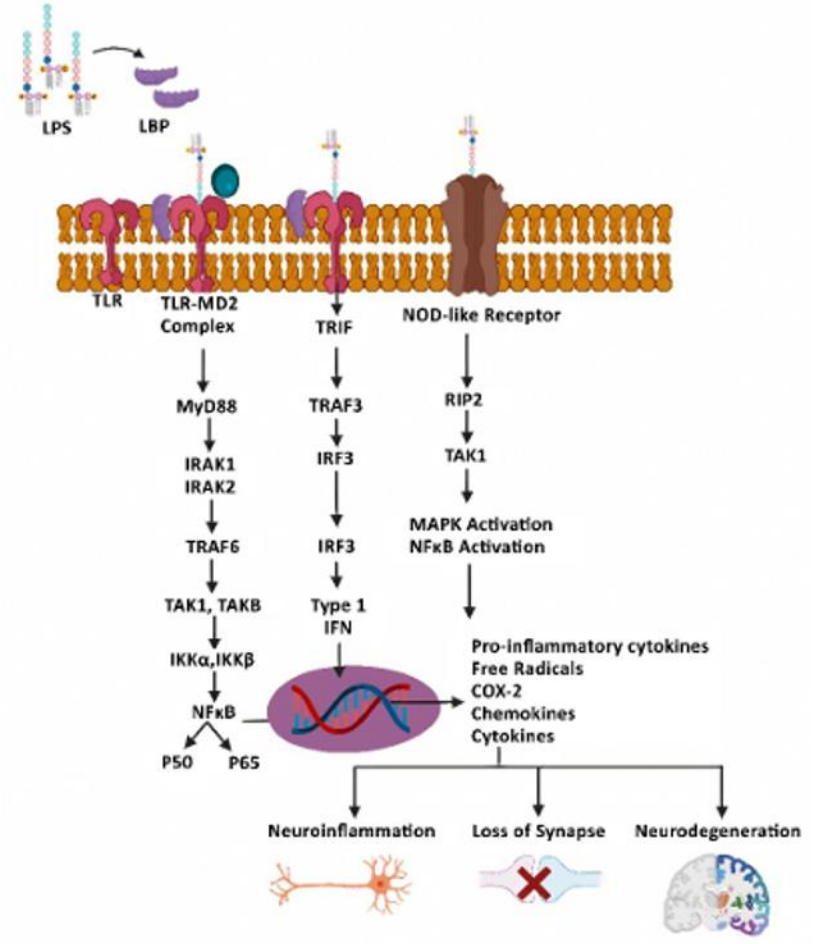


Fig 1. Mecanismo de acción del LPS Y su señalización (Kalyan et al 2022)

Neuroinflamación y ansiedad

La ansiedad es una respuesta a una serie de cambios fisiológicos y conductuales que ayudan al organismo a identificar y responder ante estímulos amenazantes, cuando existen alteraciones en los mecanismos de regulación emocional se favorecen las respuestas ansiosas exageradas y se contribuye al desarrollo de diversos trastornos.[6]

Hallazgos actuales mencionan que la neuroinflamación tiene un papel crucial en la modulación de la conducta emocional, ya que los mediadores inflamatorios producidos durante estos procesos pueden alterar la actividad neuronal, plasticidad sináptica y comunicación en las diferentes regiones cerebrales involucradas en la regulación de estos cambios conductuales caracterizados por el aumento de ansiedad, disminución de la exploración y alteraciones en la respuesta al estrés.[3]

Una de las estructuras mas importantes en la ansiedad es la amígdala ya que participa en el procesamiento de estímulos que se relacionan al miedo y amenaza y cuando existe una activación de esta estructura por los procesos inflamatorios se modifica la excitabilidad neuronal y se favorece las respuestas emocionales exageradas, al igual que el hipocampo ayuda a el procesamiento contextual de experiencias con el estrés y la corteza prefrontal participa en el control e inhibición de

respuestas emocionales inapropiadas. La regulación adecuada depende de estas tres estructuras y sus alteraciones se pueden observar como conductas caracterizadas por evitación, disminución de la exploración, incremento del miedo[5].

La neuroinflamación es capaz de inducir estos cambios conductuales por la activación glial y citocinas proinflamatorias, modulando los circuitos neuronales implicados, y es por lo que la ansiedad es considerada una de las principales manifestaciones conductuales que se asocian a estos procesos inflamatorios.[9]

PARTE EXPERIMENTAL

Se utilizaron ratones de la cepa CD1 machos con un peso promedio 23 g
Los animales se mantuvieron en un ambiente controlado de temperatura 25°C, ciclos de luz y oscuridad de 12 horas con acceso libre a el alimento durante todo el estudio y se manejaron de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO -1999), para el cuidado y uso de animales de laboratorio.
Los grupos se organizaron de la siguiente manera para llevar a cabo el estudio:
Grupo 1: Ratones sanos los cuales no fueron administrados con ningún tipo de tratamiento.
Grupo 2: Ratones que solo fueron administrados con una dosis diaria de LPS 750 µg/kg en solución salina de NaCl al 0.9% durante 7 días.

Estimulación de la respuesta inflamatoria con LPS:
Para activar esta respuesta inflamatoria se llevaron a cabo inyecciones intraperitoneales de LPS (Sigma-Aldrich, 3050 Spruce St., Saint Louis, MO, USA, 63103) administradas en dosis de 750 µg/kg en solución salina de NaCl al 0.9%, durante siete días consecutivos.[1]
Pruebas conductuales

Campo abierto
Esta prueba es un método empleado para evaluar tanto cualitativa como cuantitativamente la actividad exploratoria y locomotora en roedores, se utilizo un dispositivo con un área delimitada y una cuadricula de 3x4, se analizaron variables como el cruce a cuadros, acicalamiento, tiempo tanto de conducta vertical como de inmovilidad[10].

Laberinto de brazos elevados
Es una prueba que se basa en la tendencia natural de los roedores a evitar los lugares abiertos y elevados, ansiedad de tipo agorafobia y a su curiosidad innata de explorar entornos nuevos, un ratón con menores niveles de ansiedad explorara con mayor frecuencia los brazos abiertos al contrario de uno que pase mas tiempo en los brazos cerrados, el dispositivo consta de cuatro brazos formando una cruz, dos brazos opuestos permanecen cerrados y se analizó el índice de ansiedad en esta prueba.[11]

Nado forzado
Esta prueba se utiliza para evaluar el comportamiento tipo depresivo, se basa en la observación de los roedores en tanques llenos de agua intentando salir de ellos, donde posteriormente tienen periodos crecientes de inmovilidad cuando aprenden que el escape es imposible, la duración del tiempo hasta la inmovilidad o el tiempo total de esta se utiliza como un índice de conducta tipo depresiva, se utilizo un cilindro con agua a temperatura ambiente (23+-25°C) y se analizo el tiempo de nado.[12]

Cada prueba se realizo durante 5 minutos y antes de evaluar a otro roedor se limpió cada dispositivo con una solución al 10% de alcohol.

RESULTADOS

Con el objetivo de determinar el impacto de la neuroinflamación inducida por LPS sobre la conducta, donde se compararon el grupo SANO vs grupo tratado con LPS, los datos obtenidos se presentan a continuación y permiten identificar las alteraciones conductuales asociadas al estado neuroinflamatorio que genera el LPS. Los datos se presentan como media ± error estándar de la media de cada uno de los grupos.

Prueba de campo abierto

Esta prueba nos permitió evaluar la actividad locomotora y exploratoria de los animales donde los parámetros analizados fueron los siguientes:

Cruce de cuadros

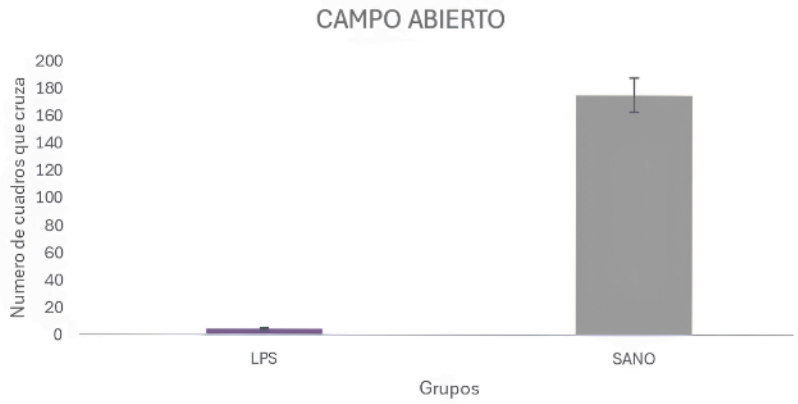


Fig. 2 Campo abierto LPS (4±DE0.909 cruces) VS SANOS (175.83±DE12.61)

Acicalamiento

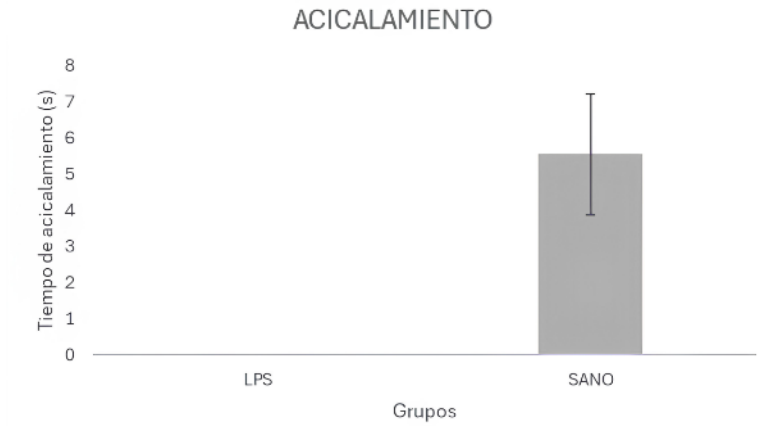


Fig. 3 Acicalamiento LPS (0 s) VS CONTROL (5.53±DE1.66 s)

Tiempo de conducta vertical

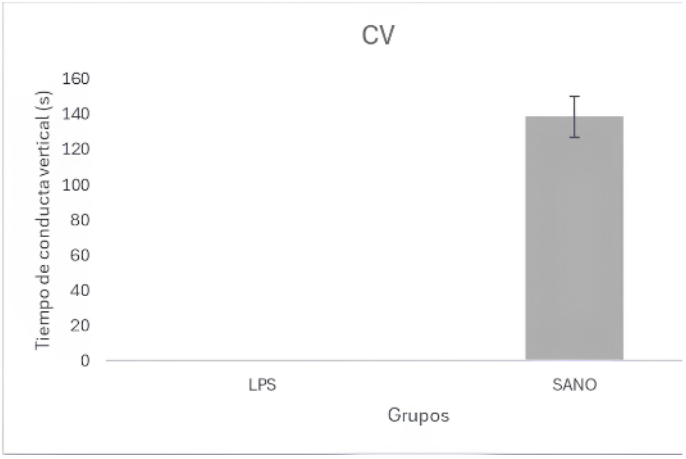


Fig. 4 Conducta Vertical LPS (0 s) VS SANOS (138.54±DE11.54s)

Tiempo de inmovilidad

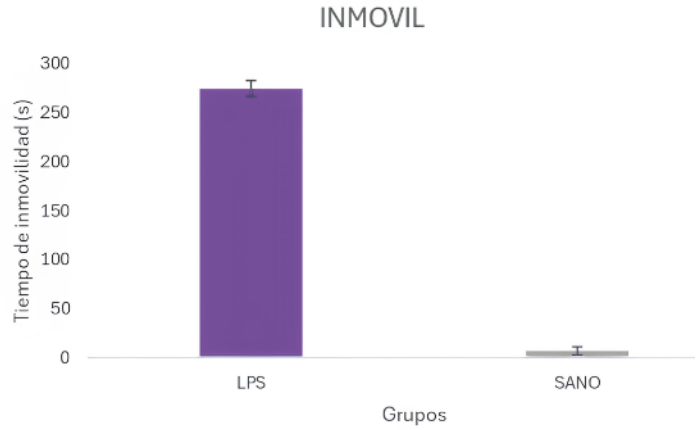


Fig. 6 Tiempo de inmovilidad en campo abierto LPS (274.34±DE8.23 s) VS SANOS (6.47±DE4.34 s)

Laberinto elevado en cruz

Con el fin de determinar el efecto de la neuroinflamación sobre la conducta ansiosa, se evaluó el índice de ansiedad mediante la prueba de laberinto elevado en cruz.

Índice de ansiedad

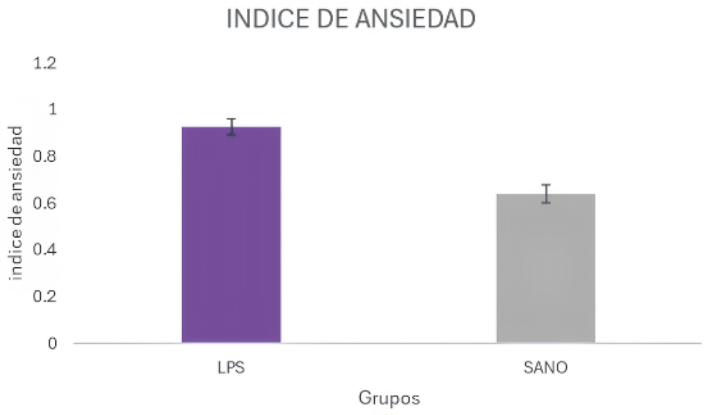


Fig. 7 Índice de ansiedad grupo LPS (0.92±DE0.0302) VS SANOS (0.67±DE0.0506).

Nado forzado

Para evaluar posibles alteraciones conductuales relacionadas con la respuesta al estrés, se determinó el tiempo de nado mediante la prueba de nado forzado.

Tiempo de nado

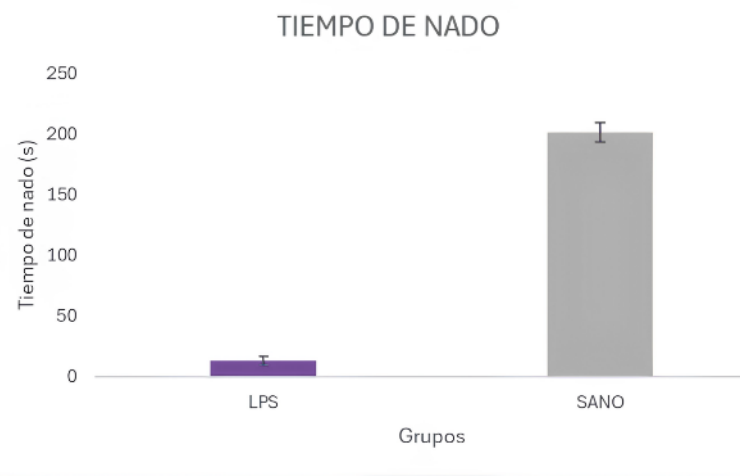


Fig. 8 Tiempo de nado LPS (25.45±DE15.71 s) VS SANOS (187.35 ±DE15.58 s)

Estos resultados nos señalan la administración de LPS produjo alteraciones conductuales significativas en los animales evaluados, se evidencio por una disminución en el numero de cruces de cuadros, el tiempo de acicalamiento y conducta vertical así como un incremento del tiempo de inmovilidad y el índice de ansiedad, en conjunto esto nos sugiere que la inducción de la neuroinflamación mediante LPS genero cambios conductuales compatibles con el comportamiento típico de la enfermedad (sickness behavior).[13,14]

En la prueba de campo abierto, los animales tratados con LPS presentaron una marcada disminución en el número de cruces de cuadros y en la conducta vertical en comparación con el grupo sano. Estas conductas son consideradas indicadores de actividad locomotora y exploratoria, por lo que su reducción sugiere una menor interacción con el entorno. Estudios previos han demostrado que la administración sistémica de LPS induce una disminución significativa de la locomoción y de la exploración debido a la activación de mecanismos neuroinflamatorios y a la liberación de citocinas proinflamatorias, las cuales afectan regiones cerebrales involucradas en la motivación y la respuesta a la novedad[15,16]. Asimismo, la disminución de la conducta vertical puede estar relacionada con alteraciones funcionales en el hipocampo y la corteza prefrontal, estructuras esenciales para el procesamiento de estímulos novedosos y la exploración del ambiente.[17]

El acicalamiento constituye una conducta de autocuidado asociada al bienestar fisiológico y emocional; por ello, su reducción ha sido descrita como una característica frecuente de la conducta de enfermedad inducida por inflamación. La disminución de esta conducta puede reflejar una reducción de la motivación y del estado general de bienestar del animal.

El incremento del tiempo de inmovilidad observado en la prueba de campo abierto es consistente con la presencia de sickness behavior. La inmovilidad representa una estrategia adaptativa de conservación energética que aparece durante procesos inflamatorios sistémicos.

Zhao et al. en 2019 describieron que los animales tratados con LPS presentan una reducción de la actividad motora espontánea, menor exploración y un incremento de conductas pasivas como consecuencia de la activación microglial y la producción de mediadores inflamatorios en el sistema nervioso central. De igual manera, Moraes et al., en 2017 reportaron aumentos significativos en la inmovilidad acompañados de disminución de la locomoción y del comportamiento exploratorio tras la administración de LPS, apoyando la interpretación de que estos cambios forman parte de una respuesta conductual asociada a la inflamación.

Respecto al laberinto elevado en cruz, los animales tratados con LPS mostraron un incremento significativo en el índice de ansiedad. Este resultado coincide con diversos estudios que han demostrado que la neuroinflamación puede inducir conductas tipo ansiosa mediante la activación de circuitos neuronales relacionados con el procesamiento emocional. Swiergiel et al. en 2007 observaron que la activación inmunológica inducida por LPS modifica el comportamiento en el laberinto elevado en cruz, favoreciendo conductas de evitación y aumentando la ansiedad. De manera similar, Zheng et al. en 2021 demostraron que la neuroinflamación altera la plasticidad neuronal en la amígdala basolateral, una región fundamental para la regulación del miedo y la ansiedad, produciendo conductas ansiosas y depresivas. Estos hallazgos sugieren que el incremento del índice de ansiedad observado en el presente estudio podría estar relacionado con una mayor actividad inflamatoria en la amígdala y con alteraciones en los mecanismos neuronales encargados de regular las respuestas emocionales.

Chan et al. en 2020 reportaron que la inflamación inducida por LPS genera cambios moleculares y funcionales en la corteza prefrontal, contribuyendo al desarrollo de alteraciones emocionales persistentes. Asimismo, Antunes et al. en 2024 propusieron que la interacción entre corteza prefrontal, amígdala e hipocampo constituye uno de los principales circuitos afectados durante los procesos neuroinflamatorios, lo que podría explicar simultáneamente la disminución de la exploración, el incremento de la ansiedad y los cambios en la respuesta al estrés observados en los animales tratados con LPS.

En la prueba de nado forzado, el grupo tratado con LPS mostró una disminución del tiempo de nado respecto al grupo sano. Este hallazgo sugiere una menor capacidad de afrontamiento ante una situación estresante y coincide con estudios que describen la aparición de conductas tipo depresiva tras la activación de procesos inflamatorios. Yin et al. en 2023 señalan que la neuroinflamación inducida por LPS modifica diversos sistemas de neurotransmisión implicados en la motivación y la respuesta al estrés, favoreciendo una transición más rápida hacia conductas pasivas. Asimismo, Lin et al. en 2012 reportaron alteraciones en la neurotransmisión dopaminérgica del núcleo accumbens y en otros circuitos mesolímbicos tras la exposición a LPS, lo que puede traducirse en una reducción de la motivación para mantener conductas activas de escape o exploración.

CONCLUSIONES

La administración de LPS indujo alteraciones conductuales compatibles con un estado de neuroinflamación, evidenciadas por una disminución de la exploración, la actividad locomotora y el tiempo de nado, así como un aumento del índice de ansiedad. Estos hallazgos respaldan la relación entre neuroinflamación y ansiedad, y destacan la utilidad de este modelo para la evaluación de potenciales compuestos con actividad ansiolítica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zhao J, Bi W, Xiao S, et al. Neuroinflammation induced by lipopolysaccharide causes cognitive impairment in mice. Sci Rep. 2019;9:5790. doi:10.1038/s41598-019-42286-8
2. Pienaar L, et al. Unravelling the neuroinflammatory links in depression. Neuroimmunol Rep. 2024. doi:10.1007/s44337-024-00114-7.
3. Yin R, Wang M, Xing Y, Wang X, Zhang J. Lipopolysaccharide-induced depression-like model in mice: A review of molecular mechanisms and therapeutic strategies. Front Pharmacol. 2023;14:1191261.
4. Kalyan M, Tousif AH, Sonali S, Vichitra C, Sunanda T, Praveenraj SS, et al. Role of endogenous lipopolysaccharides in neurological disorders. Cells. 2022;11(24):4038. doi:10.3390/cells11244038.
5. Antunes GF, Gouveia FV, Kuroki MA, Oliveira Martins D, Pagano RL, Pinheiro Campos AC, et al. Neuroinflammation in the prefrontal-amygdala-hippocampus network is associated with maladaptive avoidance behaviour. Heliyon. 2024;10(9):e30427. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e30427.

6. Zheng ZH, Liu XX, Zhang X, et al. Neuroinflammation induces anxiety- and depressive-like behavior by modulating synaptic and intrinsic plasticity in the basolateral amygdala. Brain Behav Immun. 2021;91:505-518. doi:10.1016/j.bbi.2020.11.002.
7. DiSabato DJ, Quan N, Godbout JP. Neuroinflammation: the devil is in the details. J Neurochem. 2016;139 Suppl 2:136-153. doi:10.1111/jnc.13607.
8. Martínez-Tapia RJ, Estrada-Rojo F, Hernández-Chávez AA, Barajas-Martínez A, Islas Escoto S, Navarro L, et al. Neuroinflamación: el ying-yang de la neuroinmunología. Rev Fac Med (Mex). 2018;61(5):44-53.
9. Swiergiel AH, Dunn AJ, Johnson RW. Effects of interleukin-1β and lipopolysaccharide on behavior and the elevated plus-maze in mice. Brain Behav Immun. 2007;21(4):414-424.
10. Valvassori SS, Varela RB, Quevedo J. Animal models of mood disorders: Focus on bipolar disorder and depression. In: Conn PM, editor. Animal models for the study of human disease. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier; 2017. p. 991-1001.
11. Kraeuter AK, Guest PC, Sarnyai Z. The elevated plus maze test for measuring anxiety-like behavior in rodents. Methods Mol Biol. 2019;1916:69-74. doi:10.1007/978-1-4939-8994-2_4
12. Kraeuter AK, Guest PC, Sarnyai Z. The forced swim test for depression-like behavior in rodents. Methods Mol Biol. 2019;1916:75-80. doi:10.1007/978-1-4939-8994-2_5
13. Dantzer R, O'Connor JC, Freund GG, Johnson RW, Kelley KW. From inflammation to sickness and depression: when the immune system subjugates the brain. Nat Rev Neurosci. 2008;9(1):46-56. doi:10.1038/nrn2297
14. Kelley KW, Bluthé RM, Dantzer R, Zhou JH, Shen WH, Johnson RW, et al. Cytokine-induced sickness behavior. Brain Behav Immun. 2003;17 Suppl 1:S112-S118. doi:10.1016/S0889-1591(02)00077-6.
15. Biesmans S, Bouwknecht JA, Ver Donck L, Langlois X, Acton PD, De Haes P, et al. Peripheral administration of tumor necrosis factor-alpha induces neuroinflammation and sickness but not depressive-like behavior in mice. Biomed Res Int. 2013;2013:716920. doi:10.1155/2013/716920.
16. Carregosa D, Loncarevic-Vasiljkovic N, Feliciano R, Moura-Louro D, Mendes CS, Nunes dos Santos C, et al. Locomotor and gait changes in the LPS model of neuroinflammation are correlated with inflammatory cytokines in blood and brain. J Inflamm (Lond). 2024;21:39. doi:10.1186/s12950-024-00412-y.
17. Wu A, et al. Neuroinflammation, memory, and depression: new insights into the role of the hippocampus. J Neuroinflammation. 2023.
18. Moraes MM, Galvão MC, Cabral DMS, Coelho CP, Queiroz-Hazarbassanov N, Martins MFA, et al. Propentofylline prevents sickness behavior and depressive-like behavior induced by lipopolysaccharide in rats via neuroinflammatory pathway. PLoS One. 2017;12(1):e0169446. doi:10.1371/journal.pone.0169446.
19. Chan SY, Suraya SM, Lee CY, Ting KK, Zainal NZ, Idris FM. Post-inflammatory behavioural despair in male mice is associated with reduced cortical neurogenesis and altered inflammatory gene expression. Sci Rep. 2020;10:17357. doi:10.1038/s41598-020-74008-w.
20. Lin YL, Wang S, Huang CL, Chen CH, Lin SY. Prenatal lipopolysaccharide exposure increases anxiety-like behaviors and disrupts dopamine and serotonin neurotransmission in rats. Behav Brain Res. 2012;231(1):79-87.

PREVALENCIA DE RIESGO DE TRASTORNOS DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN ALUMNAS DE PREPARATORIA PRIVADA DE 15 A 19 AÑOS EN MORELIA, MICHOACÁN

Villalobos Ramírez Montserrat Saraí[1], Orozco Montes Francisco Manuel[2]

Universidad Montrer, Morelia, Michoacán, México
[1]30927@unimomontrer.edu.mx, [2]forozco@unimontrer.edu.mx

RESUMEN

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) representan un problema creciente de salud pública en la población adolescente femenina, cuya etiología multifactorial involucra determinantes socioculturales, vulnerabilidad neurobiopsicológica y la exposición sostenida a entornos digitales con estándares estéticos hegeomónicos. El objetivo del presente estudio fue estimar la prevalencia de riesgo de TCA y la influencia de las plataformas socio-digitales en la autopercepción corpórea en alumnas de nivel medio superior de una institución privada de Morelia, Michoacán.

Se realizó un estudio cuantitativo, descriptivo y transversal en una muestra de 46 alumnas de bachillerato con edades comprendidas entre los 15 y 19 años. Se aplicó un instrumento psicometrico digital de 13 reactivos (escala Likert y preguntas cerradas), distribuido mediante Google Forms con acceso mediante código QR. Las variables analizadas incluyeron: percepción del impacto de redes sociales en la imagen corporal y el estado mental, conductas compensatorias (uso de laxantes, omisión de comidas, ejercicio intenso), antecedentes de TCA diagnosticados o sospechados, e identificación de plataformas digitales de mayor riesgo.

Los hallazgos indican que el 52.2% (n = 24) de las participantes refirió que las redes sociales influyen “bastante” en cómo perciben su propia silueta y cómo creen ser tratadas por su entorno, mientras que el 47.8% (n = 22) reportó que la frecuencia de uso de dichas plataformas impacta “moderada o bastante” en su estado mental. TikTok fue identificada como la red social de mayor nocividad por el 63.0% (n = 29) de la muestra. Un 41.3% (n = 19) de las participantes reportó antecedentes de TCA o sospecha de los mismos. El 82.6% (n = 38) consideró que la promoción de la delgadez extrema como ideal estético representa un factor de alto riesgo.

Se concluye que existe una asociación significativa entre la exposición a entornos digitales y los factores de riesgo para el desarrollo de TCA en adolescentes de preparatoria privada. La elevada prevalencia de conductas de riesgo y la autopercepción distorsionada evidencian la necesidad urgente de implementar programas interdisciplinarios de detección temprana, educación nutricional y acompañamiento psicológico en el contexto escolar.

Palabras clave: trastornos de la conducta alimentaria, adolescentes, redes sociales, imagen corporal, body shaming, TikTok, prevención.

INTRODUCCIÓN

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) constituyen un grupo de enfermedades psiquiátricas y metabólicas de etiología multifactorial, curso crónico y elevada morbimortalidad, que afectan de manera desproporcionada a la población femenina adolescente en el rango etáreo de 14 a 18 años. En el escenario epidemiológico actual, los TCA se posicionan junto al asma y la obesidad como las afecciones crónicas de mayor incidencia en dicho grupo poblacional, requiriendo una atención clínica multidisciplinaria que integre las dimensiones biopsicosociales del padecimiento (Ayuzo-del Valle y Covarrubias-Esquer, 2019).

Durante la adolescencia, las jóvenes atraviesan un estado de alta vulnerabilidad biopsicosocial caracterizado por la reconfiguración identitaria, la autopercepción corporal y la asimilación de los estándares socioculturales del entorno inmediato. En este contexto, la proliferación de plataformas socio-digitales como TikTok e Instagram ha introducido un nuevo factor de riesgo de naturaleza

catalizadora: la exposición masiva y continua a contenidos que promueven ideales estéticos hegeomónicos basados en la delgadez extrema, rutinas de actividad física de alta exigencia y dietas sin fundamento científico. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), los individuos expuestos a estos estímulos visuales presentan una probabilidad entre dos y tres veces mayor de desarrollar niveles elevados de insatisfacción corporal.

La ventana etaria de los 15 a los 19 años registra el pico epidemiológico más elevado de aparición de TCA, coincidiendo con una etapa de inmadurez neurobiologica de la corteza prefrontal estructura responsable del control de impulsos, las funciones ejecutivas y la toma de decisiones, cuya maduración biológica se estima concluye hacia la tercera década de vida. Esta condición neurológica, sumada a la presión sociocultural internalizada, incrementa la susceptibilidad de las adolescentes a adoptar conductas restrictivas y compensatorias potencialmente letales (Fortunato et al., 2026).

El presente estudio surge ante la necesidad de generar evidencia científica local sobre el fenómeno en una muestra de alumnas de preparatoria privada en Morelia, Michoacán. Su objetivo central es estimar la prevalencia de riesgo de TCA y cuantificar la influencia percibida de las plataformas socio-digitales en la autopercepción corporal, como punto de partida para el diseño de intervenciones preventivas contextualizadas al entorno educativo regional.

TEORÍA

Definición y clasificación de los trastornos de la conducta alimentaria
Los TCA son definidos en el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5, APA, 2013) como alteraciones persistentes en la conducta alimentaria que deterioran de forma significativa la salud física y el funcionamiento psicosocial del individuo. Las entidades nosológicas de mayor prevalencia en la población adolescente incluyen la anorexia nerviosa (AN), caracterizada por la restricción energética intensa y el miedo intenso al aumento de peso; la bulimia nerviosa (BN), definida por episodios recurrentes de ingesta compulsiva seguidos de conductas compensatorias inapropiadas; y el trastorno por atracones (TA), cuya particularidad reside en la ausencia de conductas compensatorias regulares. La rigorexia o dismorfia muscular, si bien de reconocimiento diagnóstico más reciente, ha cobrado relevancia en poblaciones jóvenes expuestas a contenidos de fitness en redes sociales.

La etiología de los TCA es multifactorial e involucra la interacción de factores biológicos (predisposición genética, alteraciones en la regulación de la serotonina y la dopamina), psicológicos (perfeccionismo, baja autoestima, ansiedad) y socioculturales (presión estética, comparación social). Esta multiplicidad etiologica exige abordajes clínicos integrales que incorporen equipos multidisciplinarios y el involucramiento del núcleo familiar como actor central en la recuperación (Ayuzo-del Valle y Covarrubias-Esquer, 2019).

Adolescencia, alimentación temprana y vulnerabilidad biopsicosocial

La protección de la salud infantojuvenil frente a los TCA no se limita a la regulación del entorno digital; la instauración de hábitos alimentarios saludables desde los primeros meses de vida ejerce un efecto protector de largo alcance. La alimentación perceptiva e intuitiva durante la infancia, definida como aquella que responde activamente a las señales de hambre y saciedad del infante, permite el desarrollo de mecanismos biológicos eficientes de autorregulación, reduciendo significativamente la incidencia de neofobia alimentaria y la posterior obsesión por alimentos catalogados culturalmente como “prohibidos” (Tribole y Resch, 2020). Por el contrario, las deficiencias nutricionales tempranas, combinadas con sobreexposición a contenidos digitales de riesgo, correlacionan con menor desarrollo de habilidades sociales y mayor vulnerabilidad a las dinámicas de comparación social.

Entornos digitales como factor de riesgo catalizador

Las plataformas socio-digitales, en particular las basadas en contenido audiovisual de corto formato, operan como potenciadores de la comparación social ascendente. TikTok ha emergido como el

principal vector de riesgo sociocultural, atribuible a la arquitectura de su algoritmo de recomendación que prioriza la reproducción automatizada e infinita de microvideos con transiciones de transformación física, rutinas de fitness de corte restrictivo y tendencias estéticas virales. La exposición sostenida a estos contenidos promueve la pérdida de objetividad perceptiva respecto a la morfología corporal propia, desencadenando en casos severos prácticas de alta peligrosidad como dietas de mono-alimentos, ayuno prolongado, purgas mecánicas y ejercicio físico hasta el síncope (Sádaba, 2024; Zhang et al., 2024).

La literatura especializada reporta que hasta el 43.5% de las adolescentes pueden manifestar sintomatología o riesgo de TCA derivado de la presión estética digital. Asimismo, los análisis de contenido identifican comunidades en línea denominadas “proana” y “promia” como espacios de retroalimentación negativa que normalizan y promueven las conductas restrictivas, dificultando adicionalmente el autorreporte y la búsqueda de ayuda clínica por parte de las adolescentes afectadas (Veldhuis et al., 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y tipo de estudio

Se realizó un estudio de campo con enfoque cuantitativo, diseño descriptivo y corte transversal. La investigación se ejecutó durante el ciclo escolar 2025–2026 en una institución de nivel medio superior privada de la ciudad de Morelia, Michoacán, México.

Población y muestra

La población de estudio inicial estuvo constituida por 65 estudiantes del sexo femenino, con rango de edad de 15 a 19 años, pertenecientes al nivel bachillerato. Tras la aplicación de criterios de inclusión (consentimiento de participación, pertenencia al grupo etario) y exclusión (tasa de no respuesta y omisión de datos), la muestra final de análisis quedó conformada por 46 participantes, lo que representa una tasa de respuesta válida del 70.8%.

Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento psicometrico digital compuesto por 13 reactivos estructurado mediante una escala de tipo Likert para la evaluación de variables de frecuencia e autopercepción, complementado con preguntas cerradas de elección múltiple y un ítem de respuesta abierta. Las variables críticas analizadas fueron: (1) percepción del impacto de las redes sociales en la imagen corporal y en el estado mental; (2) frecuencia de conductas compensatorias (omisión de comidas, ejercicio intenso, consumo de laxantes); (3) antecedentes de TCA; (4) tipo de contenido digital percibido como de mayor riesgo; y (5) identificación de plataformas digitales de mayor nocividad. El apartado abierto indagó de manera libre sobre los contenidos más perjudiciales en plataformas socio-digitales.

Procedimiento de aplicación

El instrumento fue alojado en la plataforma Google Forms y distribuido mediante código QR en el entorno escolar, garantizando el anonimato de las participantes. No se registraron datos de identificación personal que permitieran vincular las respuestas con sujetos específicos.

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos cuantitativos se realizó mediante estadística descriptiva, obteniendo frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) para cada variable. El contenido cualitativo del ítem abierto fue sometido a un análisis de frecuencias temáticas, identificando los núcleos de significado más recurrentes. Los resultados se presentan mediante tablas de frecuencia y figuras ilustrativas.

RESULTADOS

A partir del análisis descriptivo de los 46 cuestionarios válidos obtenidos, se describen a continuación los principales hallazgos organizados en torno a las dimensiones evaluadas.

Impacto de las redes sociales en la imagen corporal y el estado mental

Al evaluar la percepción del impacto de las plataformas socio-digitales en la autopercepción corporal, el 52.2% (n = 24) de las participantes manifestó que las redes sociales influyen “bastante” en cómo perciben su propia silueta y cómo creen ser tratadas por su entorno sociocultural; el 37.0% (n = 17) reportó una influencia “moderada”; y solo el 10.9% (n = 5) declaró no percibir ninguna repercusión. La convergencia de un 89.2% de respuestas positivas en rangos de moderado a alto pone en evidencia la existencia de un mecanismo generalizado de comparación social ascendente (Tabla 1).

Respecto al estado mental, el 47.8% (n = 22) de las alumnas reportó que la frecuencia de revisión de redes sociales influye “moderada” o bastante en su bienestar psicoemocional, mientras que el 28.3% (n = 13) indicó un impacto de magnitud “bastante”. Únicamente el 23.9% (n = 11) adujo no experimentar afectación alguna.

Tabla 1. Percepción del impacto de redes sociales en imagen corporal y estado mental (n = 46)

Variable	Bastante	Moderadamente	No me afecta
Influencia en imagen corporal / percepción social	52.2% (n=24)	37.0% (n=17)	10.9% (n=5)
Impacto en estado mental	28.3% (n=13)	47.8% (n=22)	23.9% (n=11)
Insatisfacción corporal por comparación con figuras públicas	28.3% (n=13)	47.8% (n=22)	23.9% (n=11)

Plataformas digitales identificadas como vectores de riesgo

Al indagar sobre el tipo de contenido que genera mayor impacto negativo y potencia el fenómeno del body shaming, TikTok fue identificada como la red social más nociva por una mayoría absoluta del 63.0% (n = 29) de la muestra, seguida de Instagram con el 30.4% (n = 14), y Twitter/X con el 6.5% (n = 3). El predominio de TikTok como principal catalizador se atribuye a la arquitectura de su algoritmo de recomendación y a la naturaleza de su interfaz, que prioriza la reproducción automatizada e infinita de microvideos con contenido estético de alta exigencia sociocultural (Tabla 2).

Tabla 2. Plataformas socio-digitales identificadas como principal vector de body shaming (n = 46)

Plataforma	Frecuencia absoluta (n)	Porcentaje (%)
TikTok	29	63.0
Instagram	14	30.4
Twitter (X)	3	6.5
Total	46	100.0

Conductas de riesgo y antecedentes de TCA

Con relación a las conductas compensatorias, el 52.2% (n = 24) de las participantes refirió saltarse entre una y dos comidas diarias de manera habitual, el 13.0% (n = 6) reportó hacerlo entre tres y cuatro veces al día, y solo el 34.8% (n = 16) indicó mantener sus tres tiempos de comida completos. Respecto al uso de laxantes para acelerar la pérdida de peso, el 17.4% (n = 8) afirmó haberlos consumido, el 4.3% (n = 2) reportó haberlo hecho en una ocasión, y el 6.5% (n = 3) expresó incertidumbre al respecto. Estas cifras implican que hasta el 28.2% de la muestra presenta o ha presentado conductas purgativas farmacológicas (Tabla 3).

El análisis de los antecedentes de TCA reveló que el 10.9% (n = 5) de las alumnas confirmó diagnóstico previo de anorexia nerviosa, el 6.5% (n = 3) reportó haber padecido bulimia nerviosa, y el 10.9% (n = 5) señaló antecedentes de ambos trastornos. Adicionalmente, el 13.0% (n = 6) expresó sospecha de haber cursado con un TCA sin diagnóstico formal. En suma, el 41.3% (n = 19) de la muestra presentó algún nivel de afectación por TCA, confirmado o sospechado.

Tabla 3. Conductas compensatorias y antecedentes de TCA (n = 46)

Variable	n	%
Omisión de 1–2 comidas al día	24	52.2
Omisión de 3–4 comidas al día	6	13.0
Consumo de laxantes (confirmado)	10	21.7
Antecedente de anorexia nerviosa	5	10.9
Antecedente de bulimia nerviosa	3	6.5
Antecedente de AN y BN	5	10.9
Sospecha de TCA sin diagnóstico	6	13.0

Percepción del riesgo asociado al ejercicio intenso y la delgadez extrema

Al interrogar a las participantes sobre si el ejercicio intenso promovido por influencers en redes sociales constituye un factor de riesgo para desarrollar un TCA, el 43.5% (n = 20) respondió afirmativamente, el 37.0% (n = 17) consideró que “tal vez” representa un peligro, y solo el 17.4% (n = 8) lo negó. En conjunto, el 80.5% de la muestra reconoció algún nivel de riesgo asociado a estas prácticas digitales. Por su parte, el 82.6% (n = 38) de las alumnas consideró que la promoción de la delgadez extrema como ideal estético representó un factor de “alto riesgo” para la salud, confirmando una consciencia parcial del peligro que, no obstante, coexiste con conductas de riesgo activas en un porcentaje considerable de la muestra.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que existe una asociación estrecha y estadisticamente relevante entre la exposición desregulada a plataformas socio-digitales y el incremento de los factores de riesgo para el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria en alumnas de preparatoria privada de Morelia, Michoacán. La elevada proporción de participantes que

reporta una influencia considerable de las redes sociales sobre su autopercepción corporal (89.2%) y estado mental (76.1%), combinada con la significativa prevalencia de conductas compensatorias activas (omisión de comidas: 65.2%; uso de laxantes: 21.7%) y antecedentes de TCA confirmados o sospechados (41.3%), configura un panorama epidemiológico de alta preocupación clínica en este grupo población.

TikTok emerge como el principal vector de riesgo socio-digital (63.0%), atribuible a la naturaleza de su interfaz algorítmica que favorece la reproducción continua e indiscriminada de contenidos que promueven la delgadez extrema, dietas sin respaldo científico y rutinas de actividad física exacerbada. Esta plataforma opera como un amplificador de la comparación social ascendente, deteriorando progresivamente la objetividad perceptiva de las adolescentes respecto a su propia imagen corporal, en un período neurobiológico de particular vulnerabilidad prefrontal.

La paradoja diagnóstica identificada en la que el 82.6% de las participantes reconoce el riesgo inherente a la promoción de la delgadez extrema como ideal estético, mientras que un porcentaje considerable mantiene conductas de riesgo activas evidencia que el conocimiento superficial del peligro no es suficiente para modificar conductas en ausencia de intervención psychoeducativa estructurada. Este hallazgo subraya la imperativa necesidad de implementar, en el entorno escolar de nivel medio superior, programas interdisciplinarios de detección temprana que integren la intervención del equipo de salud mental, la educación nutricional basada en evidencia, el desarrollo del pensamiento crítico frente al consumo digital y la participación activa del núcleo familiar. La aplicación de instrumentos de tamizaje sistemáticos, como el EAT-26, debería considerarse como parte de los protocolos de atención integral a la salud del adolescente en instituciones educativas privadas de la región, a fin de garantizar la detección oportuna y la canalización clínica adecuada de los casos en riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fortunato, L., Gullo, S., Muscolino, A., La Tona, A., Rodgers, R. F., & Lo Coco, G. (2026). Relation between social media use and body image concerns and disordered eating in adolescence: A systematic review and meta-analysis. Adolescent Research Review. https://doi.org/10.1007/s40894-026-00285-7
2. Sádaba, C. (2024). Social media, adolescence and eating disorders: The need for a comprehensive perspective. Frontiers in Psychiatry, 15. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2024.1382906
3. de Vries, D. A., Peter, J., de Graaf, H., & Nikken, P. (2017). The reciprocal and indirect relationships between passive Facebook use, comparison on Facebook, and adolescents' body dissatisfaction. Computers in Human Behavior, 73, 336–344. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.056
4. Veldhuis, J., Alleva, J. M., Bij de Vaate, A. J. D., Keijer, M., & Konijn, E. A. (2023). The impact of social media use on body image and disordered eating behaviors: Content matters more than duration of exposure. Eating Behaviors, 49, 101722. https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2023.101722
5. Zhang, Y., Liu, X., et al. (2024). Passive social networking sites use and disordered eating behaviors in adolescents: The roles of upward social comparison and body dissatisfaction and its sex differences. Appetite, 198, 107360. https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107360
7. Ayuzo-del Valle, N. C., & Covarrubias-Esquer, J. (2019). Trastornos de la conducta alimentaria. Medicina Interna de México, 35(4), 537–551.
8. Tribole, E., & Resch, E. (2020). Intuitive Eating: A Revolutionary Anti-Diet Approach (4th ed.). St. Martin's Essentials.
9. American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed.). American Psychiatric Publishing. https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596
10. Organización Mundial de la Salud. (2023). Mental health of adolescents. WHO. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-health

EFECTO DE DIETAS OBESOGENICAS EN EL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD HEPÁTICA ESTEATÓTICA EN UN MODELO PRECLINICO DE OBESIDAD

Mayra Montecillo-Aguado[1], Esmeralda Rodríguez-Miranda[1], Guillermina Baay-Guzmán[2], Juana Rosalba Garcia-Ramírez[1], Daniel Hernández-Cueto[2], Sergio López-Briones[1], Marco Antonio Hernández-Luna[1]

[1]Departamento de Medicina y Nutrición, Universidad de Guanajuato, [2]Unidad de Investigación en Enfermedades Oncológicas, Hospital Infantil de México, Federico Gómez.
mayramontecillo@ugto.mx

RESUMEN

De acuerdo con el atlas de obesidad mundial de la OMS en 2024 alrededor del 45% de hombres y 47% de mujeres presentaron un índice de masa corporal (IMC) alto [1]. Esta acumulación anormal o excesiva de grasa en el cuerpo es consecuencia del desequilibrio energético, producto del consumo alto de dietas ricas en grasas, carbohidratos simples y azúcares refinados, llamadas dietas obesogénicas, así como, de la disminución de la actividad física [2]. La obesidad predispone al individuo al desarrollo de varias enfermedades incluyendo la Enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASDL, por sus siglas en ingles), que es una acumulación anormal de lípidos en los hepatocitos, que puede progresar desde la esteatosis aislada hasta estadios más avanzados, como la esteatohepatitis asociada a disfunción metabólica (MASH), fibrosis, cirrosis y, en última instancia, carcinoma hepatocelular [3]. Por tanto, entender el efecto de los diferentes tipos de dietas obesogénicas en los cambios histológicos durante el desarrollo de EHE es fundamental. Para llevar a cabo nuestro objetivo se realizó un modelo preclínico de obesidad, donde ratones macho de la cepa C57BL/6 se alimentaron ad libitum con tres dietas obesogénicas: 1) dieta alta en grasas (DAG), 2) dieta alta en fructosa (DAF), y 3) una dieta alta en grasa y fructosa (DAGF), así como, un grupo con la dieta control (DC). Después de las 8 semanas de exposición a las dietas, los ratones se sacrificaron, se resectó el hígado el cual se incluyó en parafina, para posteriormente hacer cortes histológicos que se tiñeron con Hematoxilina-Eosina, los cuales se analizaron a través de patología digital. Nuestros resultados muestran que dependiendo de la composición de las dietas obesogénicas el daño que se generan en el hígado es diferente. El consumo de DAG generó esteatosis macro y microvesicular, lesión hepatocelular centrolobulillar, además de que se observaron numerosas células balonizadas producto de la alteración del citoesqueleto de los hepatocitos, así como inflamación lobulillar y acinar leve con infiltrado mixto. Mientras que los tejidos hepáticos de los ratones alimentados con DAF presentaron únicamente infiltrado inflamatorio de ligera densidad. Por otro lado, los cambios histológicos se vieron potenciados en los ratones alimentados con DAGF donde se observó una esteatosis macrovesicular, así como cúmulos de células inflamatorias de moderada densidad, células balonizadas, fibrosis pericelular, inflamación portal y áreas leves de necrosis. Nuestros resultados sugieren que, aunque todas las dietas obesogénicas generan daño hepático, este efecto se ve agravado en las dietas que presentan en su composición un contenido alto de grasas.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el atlas de obesidad mundial de la OMS en 2024 alrededor del 45% de hombres y 47% de mujeres presentaron un índice de masa corporal (IMC) alto [1]. Esta acumulación anormal o excesiva de grasa en el cuerpo es consecuencia del desequilibrio energético, producto del consumo alto de dietas ricas en grasas, carbohidratos simples y azúcares refinados, llamadas dietas obesogénicas, así como, de la disminución de la actividad física [2]. La obesidad predispone al individuo al desarrollo de varias enfermedades incluyendo la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASDL, por sus siglas en ingles), que es una acumulación anormal de lípidos en los hepatocitos, que puede progresar desde la esteatosis aislada hasta la

esteatohepatitis asociada a disfunción metabólica (MASH), fibrosis, cirrosis y, en última instancia, carcinoma hepatocelular [3].

La MASLD es la enfermedad hepática crónica más común en todo el mundo, afecta aproximadamente del 30% al 40% de la población adulta general, incluyendo aproximadamente del 60% al 70% de las personas con diabetes tipo 2 y aproximadamente del 70% al 80% de las personas con obesidad [4], [5]. La mayor prevalencia de MASLD se ha detectado en América Latina (44.4%) y la menor en Europa Occidental (25.1%). Desafortunadamente, para 2040, se proyecta que la prevalencia mundial de MASLD en adultos supere el 55% debido al aumento mundial de la obesidad y el síndrome metabólico [6]. Por tanto, entender el efecto de los diferentes tipos de dietas obesogénicas en los cambios histológicos durante el desarrollo de MASDL es fundamental.

TEORÍA

La MASDL es la acumulación de grasa hepática que excede más del 5% del peso del órgano, además es indispensable descartar el consumo importante de alcohol (menos de 20 g/día para mujeres y menos de 40 g/día para los hombres). La MASDL se correlaciona directamente con la presencia de vacuolas grasas en el citoplasma de los hepatocitos. Esta enfermedad incluye un amplio espectro de cambios desde la esteatosis leve y/o no presentar inflamación (hígado graso no alcohólico, HGNA), hasta la esteatohepatitis (EHNA), que presenta esteatosis e inflamación de variable intensidad, acompañada siempre de lesión hepatocelular (balonización y/o fibrosis pericelular), con progresión a enfermedad crónica y cirrosis en un 21%-28%, e insuficiencia hepática y hepatocarcinoma, con una mortalidad asociada de un 12% [7], [8].

Muchas condiciones están asociadas con el fenotipo histológico del HGNA, las más importantes son el sobrepeso o la obesidad abdominal, la resistencia a la insulina y la prediabetes o la diabetes tipo 2 [9]. El 90% de los pacientes con EHNA tienen síndrome metabólico. Además, entre el 70%-80% de las personas con un índice de masa corporal >30 Kg/m^2 tiene esteatosis hepática [10]. El riesgo de desarrollar MASLD y progresar a MASH aumenta con el número de características del síndrome metabólico, incluyendo obesidad abdominal, hipertensión, hipertrigliceridemia, niveles elevados de glucosa sanguínea. Así como factores conductuales como el sedentarismo, el tabaquismo y el alto consumo de fructosa, consumo de alcohol y dietas ricas en calorías [11], [12].

Estas condiciones conducen al desarrollo de la esteatosis hepática a través del aumento en la captación hepática de ácidos grasos libres (principalmente de los alimentos y una mayor liberación por lipólisis del tejido adiposo); un aumento en la lipogénesis *de novo* (también asociada con una alta ingesta dietética de glucosa y fructosa) [12]; una disminución en la oxidación hepática de ácidos grasos; y una reducción en la exportación hepática de triglicéridos a lipoproteínas de muy baja densidad [13]. La resistencia sistémica a la insulina, que es común entre los pacientes con MASLD [14], desencadena la lipólisis en el tejido adiposo (liberando mayores cantidades de ácidos grasos libres) y la lipogénesis hepática *de novo*.

A pesar de los avances en el conocimiento, la biopsia hepática sigue siendo el método de referencia para el diagnóstico de MASLD pues proporciona información sobre la organización arquitectónica y la gravedad de diversos cambios histológicos, como esteatosis, inflamación, daño celular y fibrosis [15]. Además, se consideran las siguientes características histopatológicas: acumulación de triglicéridos en los hepatocitos; lesión hepatocelular centrolobulillar más pronunciada en la zona acinar; alteración del citoesqueleto, manifestada como balonización hepatocelular con o sin cuerpos de Mallory-Denk; inflamación parenquimatosa, compuesta predominantemente por linfocitos y macrófagos, con infiltración neutrofílica ocasional; y fibrosis perisinusoidal caracterizada por depósito de colágeno en el espacio de Disse. Estas características definen colectivamente la transición de esteatosis simple a MASH y son esenciales para el diagnóstico histológico y la estadificación de la enfermedad [12], [15], [16].

Dado el incremento del consumo de dietas ricas en grasas, carbohidratos simples y fructosa en poblaciones occidentales incluida la mexicana, y que no se conoce con exactitud el daño hepático que generan cada una de ellas, el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de diferentes tipos de dietas obesogénicas en los cambios histológicos durante el desarrollo de MASDL en un modelo preclínico de obesidad.

PARTE EXPERIMENTAL

Modelo preclínico de obesidad

Se emplearon ratones macho de la cepa C57BL/6, se dividieron en cuatro grupos (n=5 cada grupo) según la dieta: a) Dieta de control (DC), b) Dieta alta en grasas (DAG) (60% de grasa), c) Dieta alta en fructosa (DAF 30%) y d) Dieta alta en grasas y alta fructosa (DAGF 60%/30%) durante ocho semanas. Los ratones fueron alimentados *ad libitum* y su peso se midió semanalmente. Finalmente, ocho semanas después de la exposición a la dieta, los ratones fueron sacrificados por exsanguinación y dislocación cervical; Se abrió la cavidad abdominal, se extirpó el hígado, se fijó por inmersión en paraformaldehído al 4% y se incluyó en parafina para su análisis histológico (Figura 1A). Los ratones se mantuvieron de acuerdo con los lineamientos oficiales mexicanos para el uso y cuidado de animales de experimentación, el protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Guanajuato (CEPIUG-P53-2023).

Análisis histológico y patología digital

Secciones de hígado de 4 µm, se desparafinaron, rehidrataron y tiñeron con hematoxilina y eosina (H&E). Las secciones se digitalizaron con un equipo Aperio ScanScope CS (Leica BioSystems, Nussloch, Alemania), y se obtuvieron imágenes digitales de 20x con alta resolución (0,45 µm/píxel). Las imágenes se visualizaron con el software ImageScope (Leica BioSystems, Nussloch, Alemania) para observar, analizar y cuantificar los cambios patológicos.

Para realizar el análisis histológico, un patólogo experto seleccionó aleatoriamente al menos tres áreas diferentes de cada muestra y realizó una evaluación histomorfológica de acuerdo con los criterios de patrones patológicos de Kleiner [15], que incluyen inflamación, balonización de hepatocitos, esteatosis, fibrosis y colestasis de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros para determinar la puntuación de la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASDL)

Inflamación	Score	Balonización	Score	Esteatosis	Score	Fibrosis	Score	Colestasis	Score
Nula	0	Ninguna célula	0	Cobertura del área de vacuolas <5%	0	Nula	0	Nula	0
1 foco por campo	1	Pocas células	1	Cobertura del área de vacuolas entre ≥5% y <33%	1	Fibrosis perisinusoidal y periportal	1	Leve	1
2-4 focos por campo	2	Muchas células	2	Cobertura del área de vacuolas entre ≥33% y <66%	2	Fibrosis perisinusoidal y periportal	2	Moderada	2
>4 focos por campo	3			Cobertura del área de vacuolas entre ≥66%	3	Fibrosis puente portal-portal	3	Severa	3
						Cirrosis	4		

Los criterios para evaluar el grado de daño hepático se adaptaron de Kleiner et al., 2012, con ligeras modificaciones [15].

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el software GraphPad Prism versión 8.0 (La Jolla, CA, EE. UU.). Generalmente, para comparaciones de más de dos grupos, se utilizó un análisis de Kruskal-Wallis. Las diferencias entre dos grupos independientes se determinaron mediante la prueba U de Mann-Whitney. Todos los datos se expresaron como media ± DE o EEM. Los niveles de significancia se indican como sigue: *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

RESULTADOS

Efecto de las dietas obesogénicas sobre el peso corporal

Nuestro protocolo experimental incluyó cuatro grupos de cinco ratones de acuerdo con la dieta que recibieron: a) Dieta de control (DC), b) Dieta alta en grasas (DAG) (60% de grasa), c) Dieta alta en fructosa (DAF 30%) y d) Dieta alta en grasas y alta fructosa (DAGF 60%/30%). Durante ocho semanas los animales fueron alimentados *ad libitum* y pesados semanalmente como se describe en la Figura 1A. De forma importante únicamente las dietas que en su composición presentaban un alto contenido de grasas generaron un incremento de peso: DAG 39.5 g y DAGF 40.4 g, siendo exclusivamente significativa la comparación entre la DAGF con respecto a la DC (30.8 g, *p < 0.05) y la DAF (31.5 g, *p < 0.05). Por otro lado, los pesos de los ratones entre la DC (30.8 g) y la DAF (31.5 g) son muy similares al término del experimento (no significativo) (ver Figura 1B). Estos datos confirman el impacto nocivo que tienen las dietas ricas en grasas sobre la regulación del peso en la cepa de ratón C57BL/6, y concuerdan con otros estudios donde han empleado la misma cepa de ratones y han observado efectos similares [17], [18]. Además, nuestros hallazgos sugieren que la dieta rica en fructosa al menos después de ocho semanas de exposición no tiene el mismo efecto que las dietas ricas en grasas en incrementar el peso de los animales a pesar de su alto contenido calórico, similarmente a lo observado por Messier y col. quienes atribuyen este efecto al método de ingesta de la fructosa a través del agua potable, aunque no es del todo claro el por qué [19].

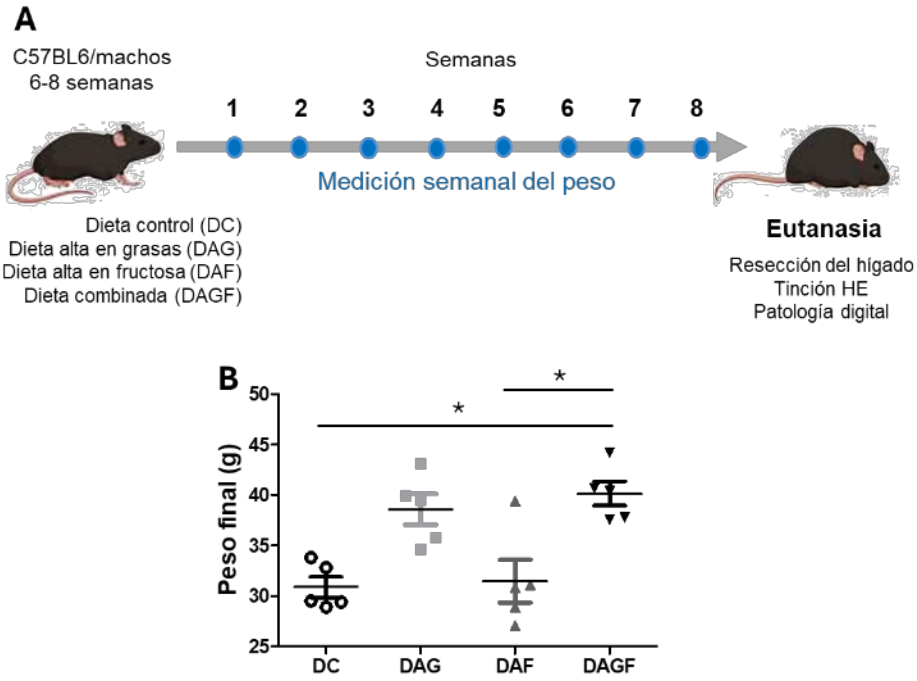


Figura 1. Diseño experimental y cambios en el peso de animales ocasionados por el consumo de las diferentes dietas obesogénicas.

A. Modelo murino de dietas obesogénicas, los ratones C57BL/6 machos recibieron los diferentes tipos de dieta durante todo el experimento. Semanalmente se evaluó el peso de los animales.

Después de ocho semanas los ratones se sacrificaron y se resectó el hígado para su análisis histológico. B. Determinación del peso corporal al término del experimento. (*p < 0.05). DC: Dieta control. DAG: Dieta alta en grasa. DAF: Dieta alta en fructosa. DAGF: Dieta alta en grasa y fructosa. Los datos se expresan como media + SEM, n = 5.

Efecto de las dietas obesogénicas sobre el desarrollo de la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASDL)

Uno de los principales órganos afectados por la obesidad es el hígado, para evaluar los efectos de las dietas obesogénicas sobre el desarrollo de MASDL, examinamos los cambios histológicos utilizando los criterios de patrones patológicos de Kleiner con ligeras modificaciones [15], que incluyen inflamación, balonización de hepatocitos, esteatosis, fibrosis y colestasis de acuerdo con la Tabla 1. Los ratones que consumieron la DC presentaron mínimos focos de células inflamatorias, y únicamente hay una muy ligera presencia de balonización de hepatocitos preferencialmente ubicada en la periferia del tejido hepático. En contraste, el consumo de DAG generó esteatosis macro y microvesicular del 5% al 30% de las áreas de los tejidos, lesión hepatocelular centrolobulillar, además de que se observaron numerosas células balonizadas producto de la alteración del citoesqueleto de los hepatocitos, así como inflamación lobulillar y acinar leve con infiltrado mixto. Mientras que los tejidos hepáticos de los ratones alimentados con DAF presentaron únicamente infiltrado inflamatorio de ligera densidad. Por otro lado, los cambios histológicos se vieron potenciados en los ratones alimentados con DAGF donde se observó una esteatosis macrovesicular del 30% al 60% de los tejidos, así como cúmulos de células inflamatorias de moderada densidad, presencia de muchas células balonizadas en los campos del tejido, fibrosis pericelular, inflamación portal y áreas leves de necrosis (ver Figura 2A-C). Con respecto a la puntuación MASDL, las dietas DAG y DAF presentaron valores muy similares de tres puntos, mientras que la dieta DAGF alcanzo una puntuación de seis, siendo la única dieta que genero un daño significativo (***p<0.001) con respecto a la DC (Figura 2D).

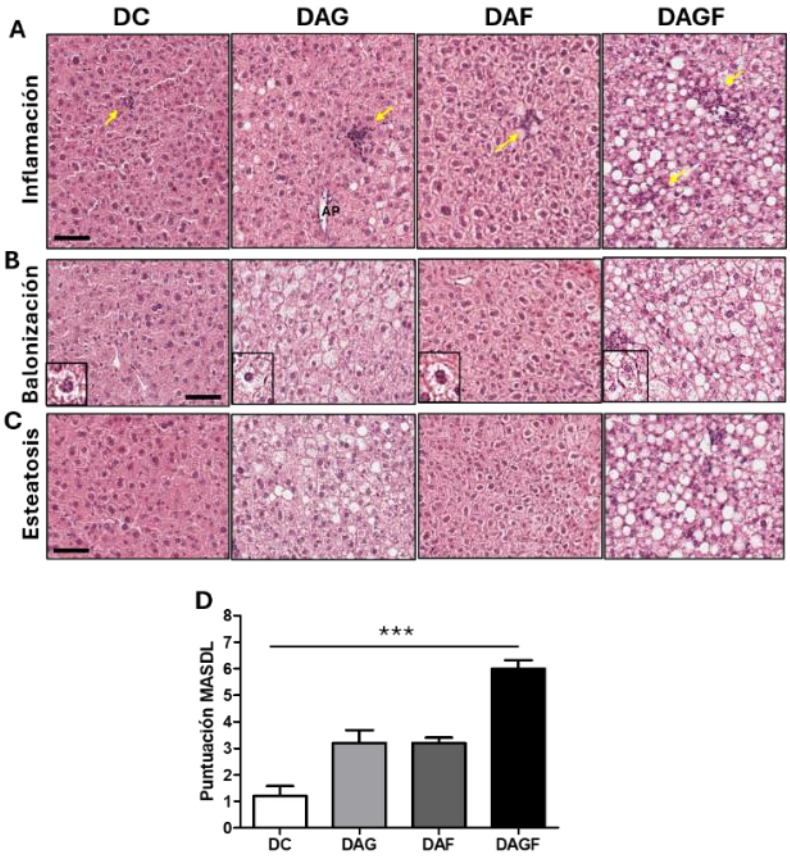


Figura 2. Evaluación histológica de la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASDL).

Imágenes representativas de secciones de hígado teñidas con Hematoxilina/eosina (HE) denotando: A. Los focos de infiltración de células inflamatorias, B. identificación de la balonización en células hepáticas, y C. Los grados de esteatosis. Identificadores: Area portal (AP), vena central (VC), focos de células inflamatorias (flecha amarilla). La barra de escala indica 100 µm. D. Cuantificación de la puntuación de la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASDL). (*** $p < 0.001$). DC: Dieta control. DAG: Dieta alta en grasa. DAF: Dieta alta en fructosa. DAGF: Dieta alta en grasa y fructosa. Los datos se expresan como media $\pm$ SEM, n = 5.

CONCLUSIONES

Nuestros hallazgos confirman el efecto nocivo de las dietas ricas en grasas sobre la regulación del peso, y sugiere que la ingesta de fructosa en el agua de beber no tiene el mismo efecto, al menos después de ocho semanas de exposición. Además, estos resultados sugieren que, aunque todas las dietas obesogénicas generan daño hepático después de ocho semanas de consumo en los ratones, este efecto es más pronunciado en las dietas que presentan en su composición un alto contenido de grasas, pues generan un incremento de la esteatosis hepática, así como de la balonización de los hepatocitos producto de la alteración del citoesqueleto, además este efecto se vio agravado con el consumo de la DAGF. Tal efecto pudiera ser resultado del aumento en la captación hepática de ácidos grasos libres, el aumento en la lipogénesis *de novo* (asociada con una alta ingesta de fructosa), la disminución en la oxidación hepática de ácidos grasos, y la reducción en la exportación hepática de triglicéridos a lipoproteínas de muy baja densidad, aunque estas hipótesis tendrán que ser confirmadas con el desarrollo de posteriores experimentos. Por otro lado, este estudio encontró que, si bien la DAF no promovió la obesidad en las ocho semanas posteriores a su administración, sí indujo lesiones hepáticas, principalmente inflamación y balonización de hepatocitos, como consecuencia del exceso del consumo de fructosa.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. Janić, A. Janež, M. El-Tanani, and M. Rizzo, 'Obesity: Recent Advances and Future Perspectives', Feb. 01, 2025, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/biomedicines13020368.

[2] C. Buck *et al.*, 'Clustering of unhealthy food around German schools and its influence on dietary behavior in school children: A pilot study', *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 10, 2013, doi: 10.1186/1479-5868-10-65.

[3] A. Asgharpour *et al.*, 'A diet-induced animal model of non-alcoholic fatty liver disease and hepatocellular cancer'.

[4] Z. M. Younossi *et al.*, 'The Global Epidemiology of Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Nonalcoholic Steatohepatitis Among Patients With Type 2 Diabetes', 2024. doi: 10.1016/j.cgh.2024.03.006.

[5] J. Quek *et al.*, 'Global prevalence of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis in the overweight and obese population: a systematic review and meta-analysis', *Lancet Gastroenterol. Hepatol.*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: 10.1016/S2468-1253(22)00317-X.

[6] Z. M. Younossi, M. Kalligeros, and L. Henry, 'Epidemiology of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease', 2025. doi: 10.3350/CMH.2024.0431.

[7] J. D. Browning *et al.*, 'Prevalence of hepatic steatosis in an urban population in the United States: Impact of ethnicity', *Hepatology*, vol. 40, no. 6, 2004, doi: 10.1002/hep.20466.

[8] L. A. Adams *et al.*, 'The natural history of nonalcoholic fatty liver disease: A population-based cohort study', *Gastroenterology*, vol. 129, no. 1, 2005, doi: 10.1053/j.gastro.2005.04.014.

[9] C. D. Byrne, A. Armandi, V. Pellegrinelli, A. Vidal-Puig, and E. Bugianesi, 'Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease: a condition of heterogeneous metabolic risk factors,

mechanisms and comorbidities requiring holistic treatment', 2025. doi: 10.1038/s41575-025-01045-z.
[10] S. Chitturi *et al.*, 'NASH and insulin resistance: Insulin hypersecretion and specific association with the insulin resistance syndrome', *Hepatology*, vol. 35, no. 2, 2002, doi: 10.1053/jhep.2002.30692.
[11] H. Hagström, Y. Shang, H. Hegmar, and P. Nasr, 'Natural history and progression of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease', 2024. doi: 10.1016/S2468-1253(24)00193-6.
[12] H. Tilg, S. Petta, N. Stefan, and G. Targher, 'Metabolic Dysfunction–Associated Steatotic Liver Disease in Adults A Review', 2026. doi: 10.1001/jama.2025.19615.
[13] F. Carli, G. Della Pepa, S. Sabatini, A. Vidal Puig, and A. Gastaldelli, 'Lipid metabolism in MASLD and MASH: From mechanism to the clinic', 2024. doi: 10.1016/j.jhepr.2024.101185.
[14] G. Marchesini *et al.*, 'Association of nonalcoholic fatty liver disease with insulin resistance', *American Journal of Medicine*, vol. 107, no. 5, 1999, doi: 10.1016/S0002-9343(99)00271-5.
[15] D. E. Kleiner and E. M. Brunt, 'Nonalcoholic fatty liver disease: Pathologic patterns and biopsy evaluation in clinical research', 2012. doi: 10.1055/s-0032-1306421.
[16] W. Liang *et al.*, 'Establishment of a general NAFLD scoring system for rodent models and comparison to human liver pathology', *PLoS One*, vol. 9, no. 12, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0115922.
[17] S. Collins, T. L. Martin, R. S. Surwit, and J. Robidoux, 'Genetic vulnerability to diet-induced obesity in the C57BL/6J mouse: Physiological and molecular characteristics', *Physiol. Behav.*, vol. 81, no. 2, 2004, doi: 10.1016/j.physbeh.2004.02.006.
[18] P. I. Parekh, A. E. Petro, J. M. Tiller, M. N. Feinglos, and R. S. Surwit, 'Reversal of diet-induced obesity and diabetes in C57BL/6J mice', *Metabolism*, vol. 47, no. 9, 1998, doi: 10.1016/S0026-0495(98)90283-9.
[19] C. Messier, K. Whately, J. Liang, L. Du, and D. Puissant, 'The effects of a high-fat, high-fructose, and combination diet on learning, weight, and glucose regulation in C57BL/6 mice', *Behavioural Brain Research*, vol. 178, no. 1, 2007, doi: 10.1016/j.bbr.2006.12.011.

CONSUMO DE POLIFENOLES DIETÉTICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO NUTRICIONAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Omar Ruvalcaba-Torres, Sughey González-Torres, Edgar Alfonso Rivera León y Andrea Estefanía Acosta-Rojas

Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara
sgonzalez@cualtos.udg.mx

RESUMEN

En las últimas décadas, el interés por los compuestos bioactivos de la dieta, particularmente los polifenoles, han aumentado debido a su posible papel en la promoción de la salud y la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. Estos compuestos, ampliamente distribuidos en alimentos de origen vegetal, se han asociado con patrones dietéticos de mejor calidad y potenciales beneficios metabólicos. En población joven universitaria, los cambios en el estilo de vida, la carga académica y la disponibilidad de alimentos pueden modificar la calidad de la dieta y, por ende, la ingesta de polifenoles. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue describir el consumo de polifenoles dietéticos y las características del estado nutricional en estudiantes universitarios de ciencias de la salud.

Se realizó un estudio transversal descriptivo en 65 estudiantes universitarios entre 18 y 25 años (19.0±1.24 años), con predominio del sexo femenino (80%). Se recabó información sociodemográfica y se evaluaron variables antropométricas bajo protocolo ISAK incluyendo peso, talla, circunferencias, índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de grasa corporal. La ingesta dietética se estimó mediante recordatorio de 24 horas en formato carrusel, y el contenido de polifenoles se cuantificó utilizando la base de datos Phenol-Explorer versión 3.6. El análisis estadístico se realizó en SPSS v.22 mediante estadística descriptiva.

El consumo promedio de polifenoles totales fue de 658.01 ± 364.76 mg/día. El subgrupo con mayor contribución dietética fue el de flavonoides (125.41 ± 107.08 mg/día en mujeres y 73.20 ± 72.02 mg/día en hombres), seguido por lignanos (18.35 ± 28.77 vs. 12.17 ± 21.52 mg/día) y ácidos fenólicos (8.04 ± 9.24 vs. 6.36 ± 8.76 mg/día). Los otros polifenoles mostraron aportes bajos (3.32 ± 7.27 vs. 2.18 ± 4.04 mg/día). Los estilbenos presentaron las concentraciones más bajas dentro del perfil de ingesta. En relación con el estado nutricional 38.5% de los participantes mostró una condición inadecuada, correspondiendo 6.2% a bajo peso y 32.3% a sobrepeso u obesidad. De manera complementaria, el análisis conjunto de la información no mostró un comportamiento consistente entre el consumo de polifenoles y las variables antropométricas en la población evaluada.

En conclusión, los estudiantes universitarios presentaron un consumo moderado de polifenoles con predominio de flavonoides, así como una proporción relevante de alteraciones en el estado nutricional. Estos hallazgos permiten caracterizar el perfil dietético y antropométrico de jóvenes universitarios aparentemente sanos y aportan información útil como punto de referencia para futuras investigaciones en este grupo poblacional.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles representan en la actualidad una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, al concentrar aproximadamente el 74% de las defunciones globales, entre los principales factores asociados con su desarrollo se encuentran la alimentación inadecuada, inactividad física y el incremento progresivo del exceso de peso, condiciones que pueden establecerse desde edades tempranas y mantenerse durante la vida adulta, afectando la calidad de vida de la población (Organización Mundial de la Salud, 2024). En México, la magnitud del problema también es relevante, ya que la prevalencia combinada de sobrepeso u obesidad en

adultos supera el 70%, mientras que en adolescentes se han reportado cifras elevadas de malnutrición por exceso, lo que evidencia la necesidad de estudiar indicadores dietéticos y antropométricos en población joven aparentemente sana (Barquera et al., 2024; Shamah-Levy et al., 2024).

La población universitaria constituye un grupo de interés nutricional, debido que durante esta etapa suelen modificarse los horarios de comida, la selección de alimentos, la actividad física y otros hábitos relacionados con el estilo de vida. En estudiantes universitarios latinoamericanos se ha descrito una frecuencia importante de sobrepeso y obesidad, así como niveles insuficientes de actividad física, lo que evidencia la necesidad de caracterizar el estado nutricional en esta población (Rosales-Ricardo et al., 2023). De manera complementaria, estudios recientes en universitarios mexicanos han señalado que el exceso de peso continúa siendo una condición frecuente incluso en estudiantes del área de la salud, lo que resalta la importancia de generar información específica en esta población (Peña et al., 2024; Villasana et al., 2025)

Dentro de los componentes de la dieta que han adquirido relevancia científica se encuentran los polifenoles, compuestos bioactivos presentes principalmente en frutas, verduras, cereales, leguminosas, semillas, te, café, cacao y otros alimentos de origen vegetal, estos compuestos se agrupan en flavonoides, ácidos fenólicos, lignanos, estilbenos y otros polifenoles cuya presencia depende del tipo de alimento consumido y de las características del patrón dietético de cada población (Shakoor et al., 2021; Durazzo et al., 2019). Por su amplia distribución en alimentos vegetales, la estimación de la ingesta de polifenoles permite complementar la evaluación dietética convencional, al aportar información sobre componentes asociados con la calidad del patrón alimentario y no únicamente sobre el aporte energético o de macronutrientes (Ran et al., 2024).

La estimación del consumo de polifenoles permite complementar la evaluación dietética convencional, al aportar información sobre la presencia de alimentos vegetales y compuestos asociados con la calidad del patrón alimentario (López-Quintal et al., 2024). En población mexicana se ha documentado diferencias importantes en su ingesta de acuerdo con la región, las fuentes alimentarias predominantes y características del grupo estudiado, identificándose a los flavonoides como uno de los subgrupos de mayor contribución del consumo total de polifenoles (Marín-Canul et al., 2023).

De manera complementaria, la evaluación del estado nutricional mediante indicadores antropométricos permite identificar condiciones de bajo peso, normopeso, sobrepeso u obesidad. El índice de masa corporal (IMC), las circunferencias corporales y el porcentaje de grasa corporal son herramientas útiles para describir el perfil nutricio de poblaciones jóvenes, especialmente cuando se busca reconocer alteraciones presentes en grupos aparentemente sanos. En este sentido, integrar indicadores dietéticos y antropométricos permite obtener una caracterización más completa del estado nutricio en los universitarios (Rosales-Ricardo et al., 2023; Shamah-Levy et al., 2024).

Por lo anterior, describir de manera conjunta el consumo de polifenoles dietéticos y las características del estado nutricional permite generar información útil sobre el perfil alimentario y antropométrico de estudiantes universitarios de ciencias de la salud, esta aproximación puede aportar un punto de referencia para futuras investigaciones orientadas a la calidad de la dieta, el consumo de alimentos de origen vegetal y la promoción de hábitos saludables en población joven (Armas et al., 2023). Así, el objetivo del presente estudio fue describir el consumo de polifenoles dietéticos y las características del estado nutricional en estudiantes universitarios de ciencias de la salud.

TEORÍA

El consumo de polifenoles se refiere a la ingesta dietética de compuestos fenólicos bioactivos presentes en alimentos de origen vegetal, cuya distribución depende del patrón alimentario de cada población. Estos compuestos se encuentran en frutas, verduras, cereales, leguminosas, semillas, café, té, cacao, especias y otros productos vegetales, por lo que su presencia en la dieta puede

considerarse un indicador complementario de calidad alimentaria (Armas et al., 2023; Ciupei et al., 2024). Los polifenoles se clasifican principalmente en flavonoides, ácidos fenólicos, lignanos, estilbenos y otros compuestos fenólicos. Esta clasificación permite organizar su estudio de acuerdo con sus características químicas y fuentes alimentarias, ya que cada subgrupo presenta una distribución distinta dentro de los alimentos consumidos habitualmente (Durazzo et al., 2019; Ran et al., 2024). Los flavonoides constituyen uno de los subgrupos más estudiados y se encuentran principalmente en frutas, verduras, té, cacao y algunas leguminosas. Los ácidos fenólicos suelen asociarse más con café, cereales, frutas y vegetales, mientras que los lignanos, estilbenos y otros polifenoles dependen de fuentes alimentarias más específicas como semillas, cereales integrales, uvas, vino tinto y algunos frutos rojos (Marín-Canul et al., 2023; Al-Khayri et al., 2023; López-Quintal et al., 2024). La cantidad de polifenoles consumida puede variar entre poblaciones debido a diferencias en disponibilidad de alimentos, región geográfica, prácticas culturales, métodos de preparación y frecuencia de consumo de productos vegetales, por ello su estimación permite complementar la evaluación dietética tradicional, centrada principalmente en energía, macronutrientes y micronutrientes (Biancaniello et al., 2024; Ciupei et al., 2024; Ran et al., 2024).
En población mexicana se ha reportado diferencias importantes en la ingesta de polifenoles de acuerdo con el grupo evaluado, el contexto regional y las fuentes alimentarias predominantes. Datos reportados en la literatura refieren una ingesta aproximada de 1,216 mg/día de polifenoles totales en egresados de la licenciatura de Nutrición de una universidad pública del sureste de México, con predominio de flavonoides como uno de los subgrupos de mayor contribución (Marín-Canul et al., 2023).

Asimismo, estudios realizados en estudiantes del área de nutrición han señalado variaciones relevantes en el consumo total y por subgrupos, lo que evidencia la necesidad de continuar caracterizando estos compuestos en población universitaria mexicana (López-Quintal et al., 2024).
A nivel internacional, también se ha documentado una amplia variabilidad en la ingesta de polifenoles. Estudios en población canadiense, estadounidense, brasileña, japonesa y europea han demostrado que las principales fuentes alimentarias pueden cambiar según el contexto dietético, destacando el café, té, frutas, cereales, frutas, cereales y productos vegetales específicos como contribuyentes importantes al consumo total (Huang et al., 2020; Biancaniello et al., 2024; de Farias et al., 2023). Esta variabilidad sugiere que la estimación de polifenoles debe interpretarse de acuerdo con las características alimentarias de cada población, ya que su consumo depende de la disponibilidad, frecuencia y tipo de alimentos vegetales incluidos en la dieta habitual.

En este sentido, la población universitaria resulta relevante para el estudio del consumo de polifenoles, debido a que durante esta etapa suelen modificarse los horarios de alimentación, la selección de alimentos, la actividad física y otros hábitos relacionados con el estilo de vida, estos cambios pueden favorecer una menor ingesta de origen vegetal y mayor presencia de productos de baja calidad alimentaria favoreciendo alteraciones en el estado nutricional de los estudiantes (Rosales-Ricardo et al., 2023; de Souza et al., 2023).

Por ello, la evaluación del estado nutricional mediante indicadores antropométricos permite complementar el análisis dietético en población universitaria. Parámetros como peso, talla, índice de masa corporal, circunferencias corporales y porcentaje de grasa permiten identificar condiciones de bajo peso, normopeso, sobrepeso u obesidad, además de aportar información sobre la composición y distribución corporal en población joven aparentemente sana (Peña et al., 2024; Villasana et al., 2025).

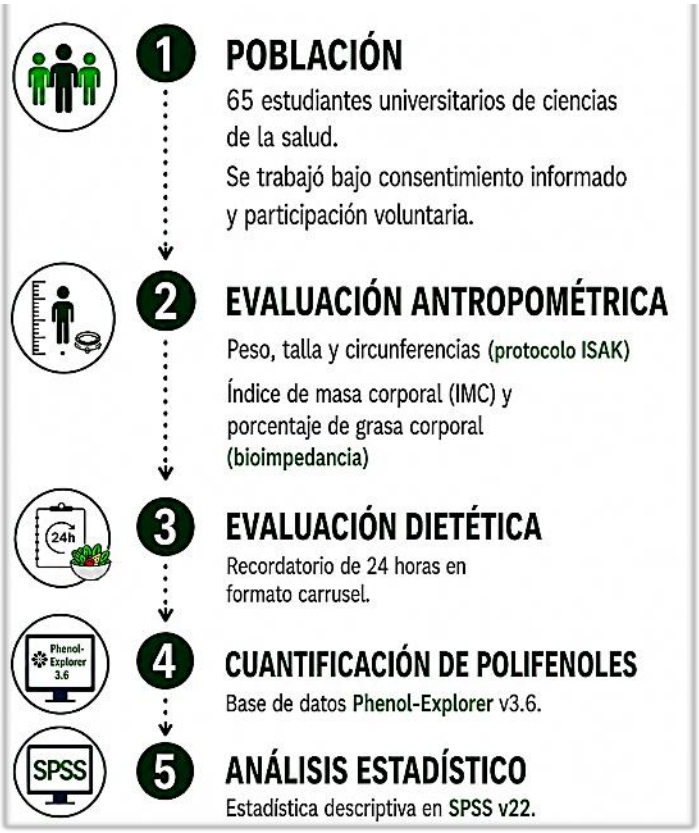
En jóvenes universitarios, el consumo de alimentos ricos en polifenoles resulta relevante porque estos compuestos se encuentran principalmente en matrices alimentarias de origen vegetal, como frutas, verduras, leguminosas, cereales integrales, café, té y cacao, alimentos que también aportan fibra, vitaminas, minerales y otros componentes asociados con una mejor calidad de la dieta (Armas Díaz et al., 2023; Ciupei et al., 2024). Una mayor presencia de estos alimentos dentro del patrón alimentario puede favorecer hábitos dietéticos más saludables y aportar elementos protectores desde etapas tempranas de la vida, especialmente en poblaciones donde los horarios, la disponibilidad de alimentos y el estilo de vida pueden modificar la calidad de la alimentación (Ran et

al., 2024; Rosales-Ricardo et al., 2023). Además, estudios recientes han señalado que una mayor ingesta dietética de polifenoles se asocia con indicadores cardiometabólicos más favorables en población joven, lo que refuerza la pertinencia de valorar estos compuestos dentro del perfil nutricio de estudiantes universitarios (Laveriano-Santos et al., 2024). Aunque el estado nutricio depende de múltiples factores, como la ingesta energética total, la actividad física y las características individuales, el consumo de polifenoles puede considerarse un indicador complementario de la presencia de alimentos vegetales en la dieta y, por tanto, un elemento útil para interpretar el perfil alimentario y antropométrico de esta población (Armas Díaz et al., 2023; Ran et al., 2024).

PARTE EXPERIMENTAL

El presente estudio correspondió a un diseño observacional, descriptivo y de corte transversal en estudiantes universitarios. La muestra fue no probabilística a conveniencia e incluyó a 65 estudiantes de las carreras de Médico Cirujano y partero, Enfermería y Nutrición del Centro Universitario de los Altos (CUAltos) interesados y que consintieron participar además de cumplir con los criterios de inclusión estipulados. Se obtuvieron medidas antropométricas como peso e índice de masa corporal (IMC) mediante un analizador corporal (Bioimpedancia), talla, circunferencias de cintura y cadera se realizaron bajo criterios estandarizados de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (International Society for the Advancement of Kinanthropometry [ISAK], 2019). El IMC se calculó a partir de peso y talla, clasificándose como bajo peso (≤18.4 kg/m2), normal (18.5-24.9 kg/m2), sobrepeso (25.0-29.9 kg/m2) y obesidad (≥30.0 kg/m2) acordes a los estipulado por la Organización Mundial de la Salud (2020). La ingesta dietética se estimó mediante recordatorio de 24 horas (24h) en formato carrusel, con el propósito de registrar de manera detallada los alimentos y bebidas consumidos por los participantes durante el día previo. A partir de esta información, se cuantificó el consumo de polifenoles totales y sus principales subgrupos mediante la base de datos Phenol-Explorer versión 3.6, considerando flavonoides, lignanos, ácidos fenólicos, estilbenos y otros polifenoles como categorías de análisis (Rothwell et al., 2013). El procesamiento de la información se realizó en el programa IBM SPSS Statistics 25 mediante estadística descriptiva, las variables cualitativas, como sexo, carrera y clasificación del estado nutricional, se expresaron en frecuencias y porcentajes; mientras que variables cuantitativas, como edad, parámetros antropométricos e ingesta de polifenoles, se presentaron como media y desviación estándar, permitiendo caracterizar el perfil dietético y antropométrico de la población evaluada.

Figura 1. Metodología



RESULTADOS

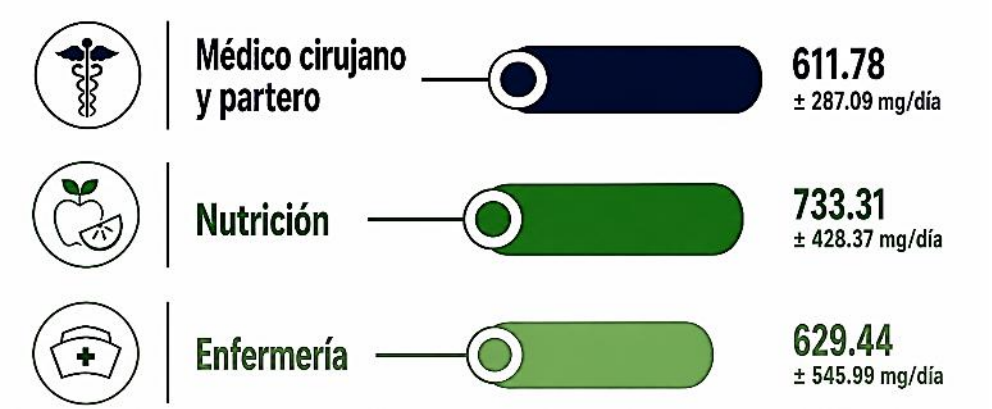
Se evaluaron 65 sujetos, con una edad promedio de 19 ± 1.24 años. La población estuvo conformada principalmente por mujeres, quienes representaron el 80% (n=52) de la muestra, mientras que los hombres corresponden al 20% (n=13). Respecto al área de formación académica, la mayor proporción pertenecía a la licenciatura de médico cirujano y partero con un 55.4% (n=36), seguida de nutrición con un 36.9% (n=24) y, finalmente, enfermería con un 7.7% (n=5), como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los participantes del estudio.

Variable		Porcentaje (n)
Sexo	Hombre	20 % (13)
	Mujer	80 % (52)
Carrera	Enfermería	7.7 % (5)
	Médico cirujano y partero	55.4 % (36)
	Nutrición	36.9 % (24)

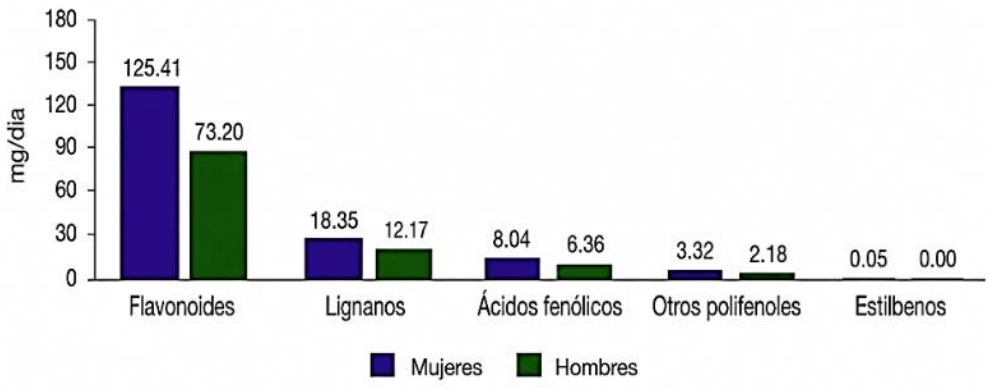
En el análisis en la ingesta de polifenoles reveló que el consumo promedio de polifenoles fue de 658.01 ± 364.76 mg/día, el consumo promedio de polifenoles totales mostró diferencias entre las carreras evaluadas. Los estudiantes de nutrición presentaron el mayor consumo, con un promedio de 733.31 ± 428.37 mg/día, esto podría relacionarse con un mayor conocimiento sobre alimentación y fuentes dietéticas que lleva a una mejor selección de alimentos (Rosales-Ricardo et al., 2023), seguidos por los estudiantes de enfermería con 629.44 ± 545.99 mg/día y, finalmente, los de médico cirujano y partero presentaron un menor consumo con 611.78 ± 287.09 mg/día que podría asociarse a patrones de alimentación como pérdida de apetito por las cargas académicas (Gálvez et al., 2025), como se observa en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Consumo promedio de polifenoles totales por carrera.



Al analizar el perfil de ingesta por subgrupos de polifenoles, se observó que los flavonoides representan la fracción de mayor aporte dietético en ambos sexos con 125.41mg/día en mujeres y 73.20 mg/día en hombres, este predominio podría explicarse por la amplia distribución de los flavonoides en alimentos de consumo habitual, como frutas, verduras, te, cacao y algunas leguminosas así como por su mayor presencia dentro de los compuestos fenólicos reportados en distintos patrones dietéticos (Marín-Canul et al., 2023; Ciupei et al., 2024). En segundo lugar se ubicaron los lignanos, seguidos por los ácidos fenólicos y otros polifenoles, mientras que los estilbenos mostraron la contribución más baja dentro del patrón de consumo lo cual podría deberse a que estos suelen encontrarse en fuentes alimentarias más específicas y de consumo menos frecuente como uvas, vino tinto, arándanos y algunos frutos secos, los cuales no forman parte del consumo cotidiano de todos los estudiantes (Al-Khayri et al., 2023; Ciupei et al., 2024), véase en el gráfico 2.

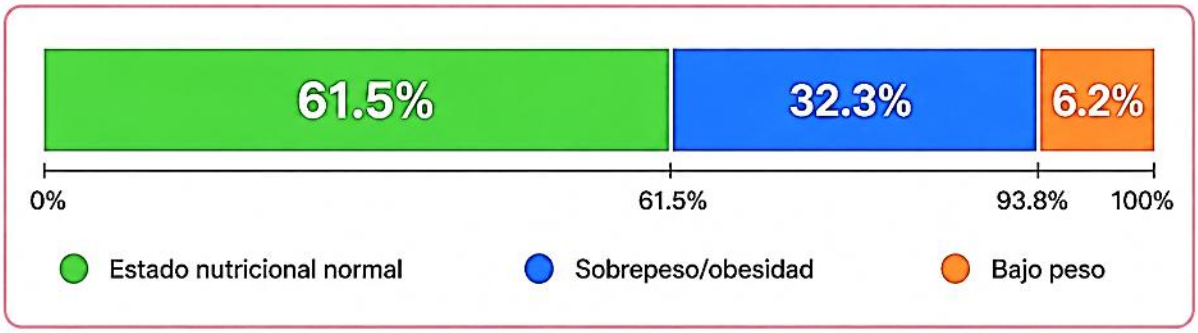
Gráfico 2. Consumo promedio de subgrupos de polifenoles según sexo.



Los valores se expresan en mg/día.

Respecto al estado nutricional, se observó que la mayor proporción de estudiantes se clasificó en normopeso; sin embargo, una parte importante de la muestra presentó alteraciones nutricionales, ya que el 38.5% se ubicó fuera de esta categoría, correspondiendo 6.2% a bajo peso y 32.3% a sobrepeso u obesidad. Este comportamiento podría relacionarse con los cambios propios de la etapa universitaria, en la que suelen modificarse los horarios de alimentación, actividad física, selección de alimentos y la disponibilidad de opciones saludables. Además, la presencia de exceso de peso en población universitaria es congruente con lo reportado en estudios latinoamericanos y mexicanos, donde se ha descrito una frecuencia relevante de sobrepeso y obesidad en adultos jóvenes, incluso en estudiantes del área de la salud (Rosales-Ricardo et al., 2023; Peña et al., 2024; Villasana et al., 2025).

Gráfico 3. Distribución del estado nutricional de los estudiantes universitarios de acuerdo con el índice de masa corporal.



Los valores se expresan en porcentaje.

CONCLUSIONES

El consumo moderado de polifenoles dietéticos, con predominio del subgrupo de flavonoides, permitió caracterizar parte del perfil dietético de los estudiantes universitarios evaluados, destacando la relevancia de estimar la presencia de estos compuestos bioactivos en la alimentación habitual de jóvenes del área de ciencias de la salud.

El presente estudio permitió obtener una descripción general de las características antropométricas y del patrón de ingesta de polifenoles en una población joven aparentemente sana. Aunque los participantes presentaron un aporte moderado de polifenoles totales, también se identificó una proporción relevante de alteraciones en el estado nutricional, donde la malnutrición por exceso, representada por sobrepeso y obesidad, constituyó la principal condición observada fuera del normopeso.

Asimismo, el análisis conjunto de la información no mostró un comportamiento descriptivo consistente entre el consumo de polifenoles y las variables antropométricas evaluadas. Esto sugiere que el estado nutricional de los estudiantes puede estar influido por múltiples factores relacionados con la dieta, el estilo de vida y las características individuales, más allá de la ingesta aislada de compuestos bioactivos.

En conjunto, estos hallazgos aportan información útil como punto de referencia local para futuras investigaciones orientadas al estudio de la calidad de la dieta, el consumo de alimentos de origen vegetal y la caracterización del estado nutricional de la población universitaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Khayri, J. M., Mascarenhas, R., Harish, H. M., Gowda, Y., Lakshmaiah, V. V., Nagella, P., Al-Mssallem, M. Q., Alessa, F. M., Almaghasla, M. I., & Rezk, A. A. S. (2023). Stilbenes, a versatile class of natural metabolites for inflammation—An overview. *Molecules, 28*(9), 3786. https://doi.org/10.3390/molecules28093786
2. Armas Díaz, Y., Ferreiro Cotorruelo, M. S., & Battino, M. (2023). The role of dietary polyphenols in the control of chronic noncommunicable diseases. *Food Safety and Health, 1*(1), 13–21. https://doi.org/10.1002/fsh3.12013
3. Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Oviedo-Solís, C., Rodríguez-Ramírez, S., Monterrubio-Flores, E., Trejo-Valdivia, B., Martínez-Tapia, B., Aguilar-Salinas, C., Galván-Valencia, O., Chávez-Manzanera, E., Rivera-Dommarco, J., & Campos-Nonato, I. (2024). Obesidad en adultos. *Salud Pública de México, 66*(4), 414–424. https://doi.org/10.21149/15863
4. Biancaniello, E. C., Tiessen, S., Hartman, B., & Battram, D. S. (2024). Dietary polyphenol intake in the Canadian population: Findings from the 2015 Canadian Community Health Survey-Nutrition. *Canadian Journal of Public Health, 115*(2), 315–331. https://doi.org/10.17269/s41997-023-00845-7
5. Ciupei, D., Colișar, A., Leopold, L., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. M. (2024). Polyphenols: From classification to therapeutic potential and bioavailability. *Foods, 13*(24), 4131. https://doi.org/10.3390/foods13244131
6. de Farias, L. M., Lopes Rodrigues, L. A. R., de Carvalho Lavôr, L. C., de Lima, A., Sampaio da Paz, S. M. R., Pereira da Silva, J. D., de Macêdo Gonçalves Frota, K., Lucarini, M., Durazzo, A., Arcanjo, D. D. R., & de Carvalho e Martins, M. d. C. (2023). Association between Polyphenol Intake and Lipid Profile of Adults and Elders in a Northeastern Brazilian Capital. *Nutrients*, *15*(9), 2174. https://doi.org/10.3390/nu15092174
7. de Souza Alves, P. A., Paravidino, V. B., Sichieri, R., Pereira, R. A., da Silva, N. C., Rodrigues Melo, P. R., Muraro, A. P., & Ferreira, M. G. (2023). Effect of the dietary inflammatory potential on the trajectory of body adiposity in a Brazilian cohort of university students. American Journal of Human Biology, 35(6), e23871. https://doi.org/10.1002/ajhb.23871
8. Durazzo, A., Lucarini, M., Souto, E. B., Cicala, C., Caiazzo, E., Izzo, A. A., Novellino, E., & Santini, A. (2019). Polyphenols: A concise overview on the chemistry, occurrence, and human health. *Phytotherapy Research, 33*(9), 2221–2243. https://doi.org/10.1002/ptr.6419
9. Gálvez Sócola, D. G., Pizarro Muñoz, A. N., Belduma Cabrera, K. Y., & Salamea Nieto, R. M. (2025). Ansiedad y estrés académico en estudiantes de medicina. Revista Ecuatoriana De Psicología, 8(20), 243–256. https://doi.org/10.33996/repsi.v8i20.167
10. Núñez González, A. C., García Álvarez, L. E., Zermeño Mejía, N., Aguilar Herver, G., Medina Vázquez, V. A., & Madera Herrera, M. J. (2023). Comparación del estado nutricional de estudiantes universitarios wixaritári y mestizos: Indicadores antropométricos y vulnerabilidad social. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, 43*(3), 20–29. https://doi.org/10.12873/433nunez
11. Huang, Q., Braffett, B. H., Simmens, S. J., Young, H. A., & Ogden, C. L. (2020). Dietary polyphenol intake in US adults and 10-year trends: 2007–2016. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 120*(11), 1821–1833. https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.06.016
12. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. (2019). *International standards for anthropometric assessment*. ISAK.
13. Laveriano-Santos, E. P., Castro-Barquero, S., Arancibia-Riveros, C., Ruiz-León, A. M., Casas, R., Estruch, R., & Tresserra-Rimbau, A. (2024). Dietary (poly)phenol intake is associated with cardiometabolic health parameters in adolescents. *Food Science and Human Wellness, 13*(6), 3381–3390. https://doi.org/10.26599/FSHW.2023.9250023
14. López-Quintal, Y. C., Ávila-Escalante, M. L., Perera-Rios, J. H., Barradas-Castillo, M. del R., & Aranda González, I. (2024). Riesgo cardiovascular y consumo de polifenoles en estudiantes de área básica de nutrición. *Revista Salud Pública y Nutrición, 23*(1), 1–11. https://doi.org/10.29105/respyn23.1-777
15. Marín-Canul, J. E., Mut-Martín, M., Espinoza-García, A. S., Pérez-Izquierdo, O., Ávila-Escalante, M. L., Góngora-Alfaro, J. L., & Aranda-González, I. I. (2023). Consumo y principales fuentes alimentarias de polifenoles en egresados de la licenciatura en nutrición de una

universidad pública del sureste de México. *Acta Universitaria, 33*, e3863. https://doi.org/10.15174/au.2023.3863

16. Organización Mundial de la Salud. (2020). *Obesidad y sobrepeso*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight
17. Organización Mundial de la Salud. (2024). *Enfermedades no transmisibles*. https://www.who.int/health-topics/noncommunicable-diseases
18. Peña Maldonado, A. A., Guerra Cárdenas, J. E., Sánchez Márquez, W., & Torres Violante, F. R. (2024). Gestión de programas de atención a la salud: Sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios de medicina en México. Revista Venezolana de Gerencia, 29(106), 793–803. https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.106.21
19. Ran, Y., Li, F., Xu, Z., Zeng, K., & Ming, J. (2024). Recent advances in dietary polyphenols: Antioxidant activities, nutrient interactions, delivery systems, and potential applications. *Food & Function, 15*, 10213–10232. https://doi.org/10.1039/D4FO02111H
20. Rosales-Ricardo, Y., Cordovéz-Macias, S., Fernández-Vélez, Y., & Álvarez-Carrión, S. (2023). *Estado nutricional y actividad física en estudiantes universitarios. Una revisión sistemática*. Revista Chilena de Nutrición, 50(4), 445–456. https://doi.org/10.4067/S0717-75182023000400445
21. Rothwell, J. A., Perez-Jiménez, J., Neveu, V., Medina-Remón, A., M'Hiri, N., García-Lobato, P., Manach, C., Knox, C., Eisner, R., Wishart, D. S., & Scalbert, A. (2013). Phenol-Explorer 3.0: A major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content. *Database, 2013*, bat070. https://doi.org/10.1093/database/bat070
22. Shakoor, H., Feehan, J., Apostolopoulos, V., Platat, C., Al Dhaheri, A. S., Ali, H. I., Ismail, L. C., Bosevski, M., & Stojanovska, L. (2021). Immunomodulatory effects of dietary polyphenols. Nutrients, 13(3), 728. https://doi.org/10.3390/nu13030728
23. Shamah-Levy, T., Cuevas-Nasu, L., Gómez-Acosta, L. M., & Gaona-Pineda, E. B. (2024). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2023: Resultados principales*. Instituto Nacional de Salud Pública. https://ensanut.insp.mx/
24. Villalva, M., Martínez-García, J. J., Jaime, L., Santoyo, S., Pelegrín, P., & Pérez-Jiménez, J. (2023). Polyphenols as NLRP3 inflammasome modulators in cardiometabolic diseases: A review of in vivo studies. *Food & Function, 14*(21), 9534–9553. https://doi.org/10.1039/d3fo03015f
25. Villasana, J. S., Vallejo, M. H. G., Segura-Fuentes, A. L., & Hinojosa, M. D. G. (2025). Patrón alimentario y estado nutricional en jóvenes universitarios. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. https://doi.org/10.46377/dilemas.v12i3.4658

SISTEMA DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA EL CRIBADO PRIMARIO DE SARCOPENIA: EL PERFIL ANTROPOMÉTRICO EN PACIENTES CON COMORBILIDADES Y SU IMPACTO EN LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA

Santiago Arceo-Díaz[1], Xóchitl Trujillo-Trujillo[1] , Sergio Sánchez García [2] , Elena Elsa Bricio-Barrios[3], Jaime Alberto Bricio-Barrios [4], Donovan Javier Peña Montes[1] y Ana Rosa Virgen-Solano[5]

[1] Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima. [2] Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud, Área de Envejecimiento, Instituto Mexicano del Seguro Social [3] , Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Colima. [4] Facultad de Medicina, Universidad de Colima, [5] Instituto Politécnico Nacional, Unidad Cicata-Legaria.
santiagoarceo@ucol.mx

RESUMEN

El envejecimiento poblacional en México desafiará a los servicios de salud pública en las próximas décadas, cuando 3 de cada 10 personas sean mayores de 60 años. La sarcopenia, la pérdida progresiva de masa muscular, disminuye la calidad de vida de las personas adultas mayores. Este panorama requiere el desarrollo de estrategias de detección temprana de la sarcopenia. Este trabajo presenta un sistema de cribado mediante algoritmos de machine learning y teoría de conjuntos rugosos. El primero identifica puntos de corte antropométricos en pacientes de ambos sexos, mientras que el segundo, basado en el análisis de las Actividades de la Vida Diaria (AVD), establece perfiles de riesgo y estima la prevalencia de sarcopenia. Para el análisis antropométrico se utilizó una muestra de 1,670 adultos mayores provenientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en 2019. Para el análisis funcional se emplearon datos de la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM) de 2018 (n = 1450) y 2021 (n = 1428). Se excluyeron participantes con condiciones que comprometen su desempeño funcional. El análisis aplicó técnicas de *clustering jerárquico* y *random forest* para establecer puntos de corte antropométricos, mientras que la teoría de conjuntos rugosos permitió identificar perfiles funcionales asociados al riesgo y severidad de la sarcopenia. Los algoritmos fueron desarrollados en Python 3 e implementados en Streamlit para facilitar su uso en atención primaria. Se identificaron puntos de corte antropométricos. En hombres: cintura ≥ 97 cm, pantorrilla ≥ 34 cm, brazo ≥ 28 cm e IMC ≥ 26 kg/m²; en mujeres: cintura ≥ 92 cm, pantorrilla ≥ 36 cm, brazo ≥ 28 cm e IMC ≥ 26 kg/m². Asimismo, se logró predecir el índice de masa muscular apendicular con precisión comparable a la reportada en la literatura. El análisis funcional mostró un incremento en el nivel de riesgo de sarcopenia entre 2018 y 2021. Los resultados aportan puntos de corte antropométricos específicos para la población adulta mayor mexicana. El incremento en el nivel de riesgo observado entre 2018 y 2021 sugiere una tendencia creciente en la vulnerabilidad funcional, reforzando la necesidad de estrategias de detección oportunas. El sistema de cribado es accesible y potencialmente útil para el personal de atención primaria.

INTRODUCCIÓN

La sarcopenia es un síndrome geriátrico caracterizado por la disminución progresiva de la masa muscular, la fuerza y el rendimiento físico. Aunque suele asociarse con el envejecimiento, sus consecuencias no se limitan al cuerpo: afectan la movilidad, la autonomía, la seguridad y la capacidad de llevar a cabo actividades cotidianas. En sus etapas más avanzadas, puede incrementar el riesgo de caídas, fracturas, hospitalización, dependencia funcional y muerte prematura [1].

En México, se estima que, para el año 2050, la cuarta parte de la población serán personas adultas mayores [2]. Ante esta situación, es necesario establecer estrategias que permitan identificar de forma oportuna a las personas adultas mayores con mayor riesgo de deterioro funcional.

El reto no consiste solamente en tener una población envejecida, sino en ofrecer servicios de salud, infraestructura, transporte, alimentación y atención primaria que favorezcan condiciones de confort, seguridad y autonomía. Con base en esto, los sistemas de cribado primario son útiles porque permiten reconocer casos con mayor probabilidad de riesgo antes de recurrir a estudios confirmatorios más costosos o especializados. Así, el primer paso para atender la sarcopenia es identificar quién necesita una valoración clínica más profunda.

El diagnóstico de sarcopenia se puede confirmar usando métodos como la absorciometría dual de rayos X (DEXA) o la bioimpedancia eléctrica (BIAS), que calculan con una precisión del 95 a 97% el índice de masa muscular. Estas técnicas ayudan a medir la masa muscular y otros elementos de la composición del cuerpo [3]. Sin embargo, su costo, disponibilidad y logística limitan su uso como estrategia de detección masiva, principalmente en centros de atención primaria o en comunidades con recursos limitados.

Una primera alternativa para estimar el riesgo de sarcopenia es el autorreporte funcional. El instrumento SARC-F evalúa la dificultad para realizar actividades de la vida diaria, como levantarse. de una silla, subir escaleras, cargar peso, caminar y reportar caídas [4]. Aunque el Estudio Nacional de Salud y Envejecimiento en México (ENASEM) no incluye formalmente la escala SARC-F, sí contiene preguntas conceptualmente equivalentes dentro de sus módulos de autonomía y actividades cotidianas [5]. No obstante, el autorreporte tiene limitaciones. La percepción de dificultad puede estar influida por el estado de ánimo, el dolor, la presencia de apoyo familiar o la forma en que la persona interpreta cada pregunta.

Además, en bases de datos amplias como ENASEM, es común encontrar registros incompletos, lo que puede reducir la cobertura del análisis si se eliminan los casos con respuestas faltantes. Por esta razón, una estrategia basada únicamente en autorreporte puede ser útil como tamizaje inicial, pero requiere complementarse con métodos que respalden el diagnóstico cribado inicial.

Ante este desafío, en la literatura abierta se ha reportado que diversos grupos de trabajo europeos y asiáticos han identificado las variables antropométricas y sus puntos de corte para establecer la predicción de severidad. En específico, Arceo et al. en [6, 7, 8] diseñaron y construyeron sistemas de diagnóstico primario de sarcopenia en personas adultas mayores mexicanas y, para democratizar la transferencia de conocimiento, crearon aplicaciones web orientadas a las usuarias sin conocimientos de programación tengan acceso a registros históricos, modelos predictivos y carga y visualización de diagnóstico primario de nivel de riesgo y severidad de sarcopenia.

Un aspecto de interés clínico es la presencia de enfermedades crónicas como diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial. La diabetes puede afectar el metabolismo muscular y la utilización de glucosa; la hipertensión puede relacionarse con alteraciones vasculares y menor perfusión muscular; y ambas pueden coexistir con inflamación crónica, estrés oxidativo y deterioro funcional [9]. En consecuencia, el riesgo de sarcopenia debe analizarse también desde la carga de comorbilidad.

Con base en lo anterior, este trabajo desarrolló un sistema digital, complementario y escalonado, para el cribado primario de sarcopenia en personas adultas mayores mexicanas. La actual propuesta combina una primera estimación de riesgo basada en autorreporte funcional, a partir de preguntas de ENASEM equivalentes al SARC-F, con una segunda estimación basada en aprendizaje automático y variables antropométricas del IMSS para aproximar la severidad del riesgo. Esta estrategia permite priorizar a las personas candidatas a pruebas confirmatorias como bioimpedancia eléctrica o DEXA, mediante una aplicación web gratuita, accesible y orientada al personal de atención primaria.

TEORÍA

La sarcopenia es una enfermedad progresiva del músculo esquelético que se manifiesta mediante pérdida de masa muscular, disminución de fuerza y reducción del rendimiento físico. Su importancia

clínica radica en que estos cambios afectan actividades básicas de la vida diaria, como caminar, subir escaleras, levantarse de una silla o cargar objetos. Por ello, su impacto no se mide únicamente en kilogramos de músculo, sino en la capacidad de la persona para conservar independencia y seguridad en su entorno cotidiano [10].

El diagnóstico clínico de sarcopenia se realiza mediante la prueba de BIA o DEXA. Sin embargo, en los entornos reales no se cuenta con equipos especializados ni con personal suficiente. Esto dificulta la aplicación de pruebas completas a grandes grupos de población. Por tanto, el cribado primario se vuelve necesario para separar a las personas con baja probabilidad de riesgo de aquellas que requieren una evaluación confirmatoria.

En enfermedades multifactoriales como la sarcopenia, el riesgo no siempre se identifica con una sola variable. La combinación entre síntomas, enfermedades previas, medidas corporales y desempeño físico puede formar patrones difíciles de reconocer a simple vista, como lo son la diabetes mellitus e hipertensión arterial, que aceleran el deterioro muscular y funcional, acelerando la tasa de pérdida de masa muscular en la persona adulta mayor.

Ante este desafío, el aprendizaje automático permite identificar patrones que no siempre son evidentes mediante inspección directa. En enfermedades como la sarcopenia, el riesgo puede depender de una mezcla de edad, fuerza, movilidad, composición del cuerpo, enfermedades crónicas y cómo se responde a estas situaciones. Los árboles de decisión son útiles porque generan reglas interpretables y permiten establecer puntos de corte. En cambio, *random forest* es una versión mejorada al combinar múltiples árboles, lo que reduce el sobreajuste y aumenta la estabilidad de la clasificación [11].

PARTE EXPERIMENTAL

El sistema está conformado por dos módulos complementarios. El primero utiliza registros de autopercepción funcional provenientes de ENASEM para obtener un diagnóstico primario del nivel de riesgo de padecer sarcopenia. El segundo utiliza registros antropométricos y funcionales de COSFAM para estimar, de manera indirecta, el nivel de severidad de sarcopenia. Este sistema pretende que las personas con riesgo moderado o alto, identificadas mediante autopercepción, continúen hacia una segunda etapa basada en mediciones antropométricas. La Figura 1 muestra el flujo general de la aplicación web.

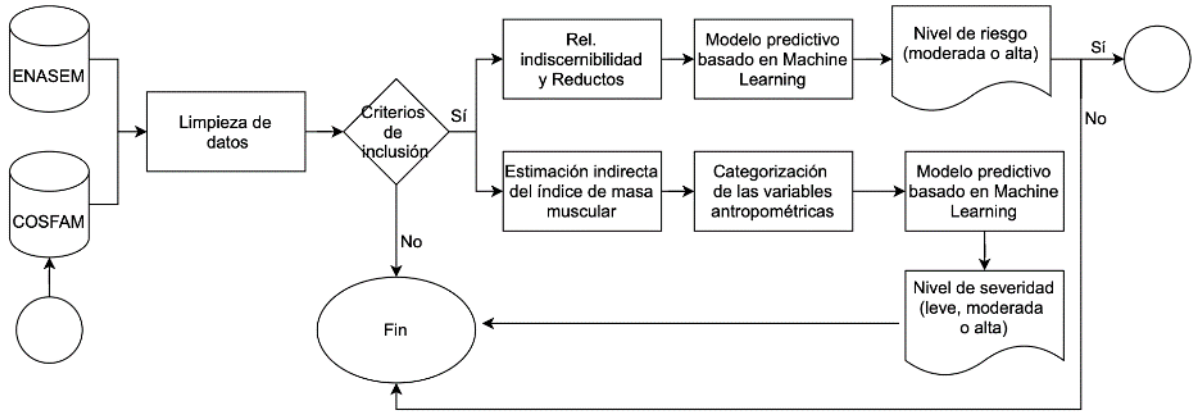


Figura 1. Diagrama de flujo del sistema que realiza el diagnóstico primario de nivel de riesgo y de severidad de padecer sarcopenia.

En la Figura 1, se muestra que el proceso inicia con la carga de las bases de datos ENASEM de la edición 2018 (disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/enasem/2018/#datos_abiertos) y

2021 (disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/enasem/2021/#datos_abiertos). Del cuadernillo de preguntas se localizaron los cuestionamientos de “Dificultad para caminar por el cuarto sin ayuda” (H15A), “Dificultad para levantar con las manos objetos con un peso mayor a 5 kg” (H11), “Dificultad para levantarse de la silla después de estar sentado 2 horas o más” (H5), “Dificultad para subir varios pisos de escaleras sin ayuda” (H6) y “Caídas recientes en los últimos 2 años” (C37). Mientras que las respuestas fueron “Nulo” (0), “Leve” (1-2), “Moderado” (3) y “Severo” (4-5) [5].

Mientras que, para los registros de las variables antropométricas, se accedió a los registros del Cuadernillo de Obesidad, Sarcopenia y Fragilidad en Adultos Mayores derechohabientes del IMSS (COSFAM) de los años 2019 y 2022. De este cuadernillo se extrajeron las variables de talla y peso; circunferencias de pantorrilla, muslo, brazo, cintura y abdomen; y pliegues cutáneos de tríceps, subescapular y pantorrilla (en extremidades se promedió entre lados). Como indicadores de desempeño se consideraron la velocidad de marcha y la fuerza de prensión palmar.

En ambas bases, se eliminaron los registros duplicados, detección, así como eliminación de datos atípicos. Como criterios de inclusión se consideraron exclusivamente a personas adultas mayores con edad igual o superior a 60 años que firmaron un acuerdo de confidencialidad y que declararon no tener diabetes, hipertensión o ambas, y aquellas que padecían una o ambas de estas enfermedades crónicas.

Aquellos registros que no cumplen con los criterios establecidos son descartados del análisis. En cambio, los registros que sí cumplen con los criterios avanzan hacia los dos módulos del sistema: el módulo de riesgo por autopercepción y el módulo de severidad por variables antropométricas.

En el primer módulo se procesan las respuestas de autopercepción funcional de ENASEM. La base depurada es sometida a un proceso de análisis basado en relaciones de indiscernibilidad y reductos. El objetivo es identificar perfiles de participantes que describan con precisión las respuestas obtenidas en los cuestionamientos equivalentes al SARC-F. Este procedimiento permite reconocer cuáles preguntas conservan mayor capacidad para clasificar el nivel de riesgo, sin necesidad de utilizar información redundante.

Con la nueva base de datos generada a partir de los reductos, se construyó un árbol de decisión. Este modelo ayuda a identificar la importancia de las preguntas y, según las respuestas que se obtienen, mover cada registro al siguiente paso de decisión hasta conseguir una clasificación final del riesgo de tener sarcopenia. La salida de este módulo permite clasificar a las personas según su riesgo funcional, principalmente para identificar si presentan un nivel moderado o alto.

Cuando el diagnóstico primario basado en autopercepción indica un riesgo moderado o alto, el sistema continúa hacia el segundo módulo. En caso contrario, el proceso finaliza, ya que la persona no presenta señales suficientes para avanzar hacia una estimación complementaria de severidad.

En el segundo módulo se utilizan las variables antropométricas y funcionales provenientes de COSFAMM. Siguiendo la metodología presentada por Arceo et al. [7], se puede estimar indirectamente el índice de masa muscular, que es importante para el diagnóstico inicial de sarcopenia. Esta estimación permite reforzar el resultado obtenido en la etapa de autopercepción con información corporal y funcional más objetiva.

Posteriormente, el índice de masa muscular estimado y las variables antropométricas del participante son analizados y categorizados mediante *clustering jerárquico*. A partir de esta categorización se construye un nuevo árbol de decisión, cuya función es ubicar al participante en un diagnóstico primario de severidad leve, moderada o alta. Así, el sistema no solo identifica riesgo por autopercepción, sino que también aproxima la severidad mediante mediciones antropométricas.

RESULTADOS

Datos de la COSFAMM (Sistema 1)

La Figura 1 muestra la distribución de participantes en las bases de datos de las ediciones 2019 y 2022 de la COSFAMM. Para establecer los puntos de corte antropométricos, se utilizaron solo los participantes sin comorbilidades. Para entrenar los modelos de *random forest* se utilizaron los datos de 2019 (correspondientes a pacientes sin comorbilidades), debido a que tienen casi el doble del tamaño que los de 2022 y a que se registraron antes del comienzo de la pandemia por COVID-19. Una vez construidos los modelos de *random forest*, se estimó el nivel de riesgo en los datos de 2022.

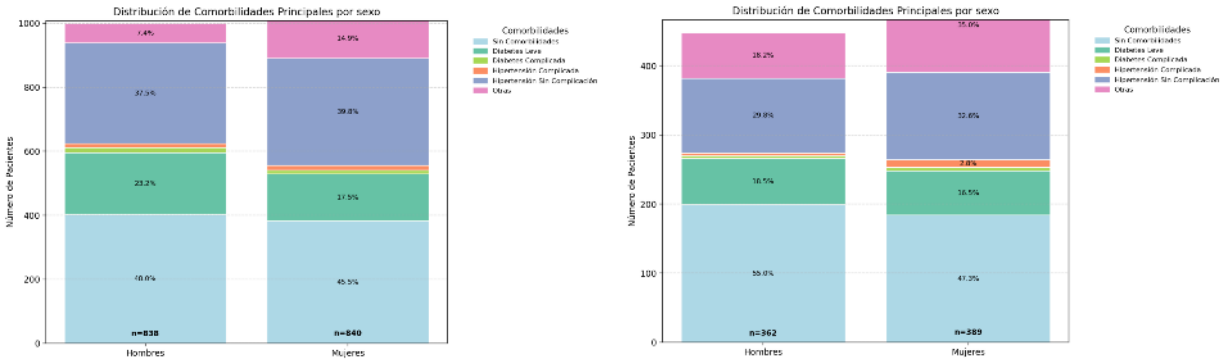


Figura 2. Distribución de pacientes por comorbilidad en las ediciones de la COSFAMM 2019 (izquierda) y 2022 (derecha).

La Tabla 1 muestra los puntos de corte que corresponden al segundo quintil del rango de los parámetros de fuerza de agarre, índice de masa muscular apendicular y velocidad de marcha. Estos puntos de corte se usaron para el cribado secuencial, descrito en la metodología, con el que se estimó el nivel de riesgo.

Tabla 1. Puntos de corte correspondientes al segundo quintil (Q2)

Sexo	Fuerza de prensión (kg)	ASMI (kg/m²)	Velocidad de marcha (m/s)
Hombres	29.52	7.12	0.73
Mujeres	17.10	5.32	0.67

Nota. Los puntos de corte corresponden al segundo quintil (Q2).

La Tabla 2 muestra la distribución de participantes de acuerdo con el nivel de riesgo estimado (considerando solo a los participantes sin comorbilidades). La primera columna contiene el tamaño inicial de la muestra. Las siguientes muestran a los participantes que fueron descartados para etapas posteriores, si tenían fuerza, ASMI y marcha por encima del segundo quintil de los datos (sin riesgo, sarcopenia probable, sarcopenia confirmada y severa). El porcentaje de participantes en cada muestra se obtiene sumando los casos de sarcopenia y sarcopenia severa. En ambos grupos corresponde al 16%.

Tabla 2. Clasificación de la muestra según el estado de sarcopenia por sexo en 2019.

Sexo	Muestra inicial	Sin riesgo (%)	Probable (%)	Sarcopenia (%)	Severa (%)
Hombres	398	238	96	36	28

		(60%)	(24%)	(9%)	(7%)
Mujeres	377	225 (60%)	91 (24%)	28 (7%)	33 (9%)

Nota. Los porcentajes fueron calculados respecto al tamaño inicial de cada sexo.

Con los modelos, se entrenó un algoritmo de *random forest*, en el que cada modelo de árbol propone puntos de corte para predecir el nivel de riesgo. La Tabla 3 muestra la estimación de nivel de riesgo para la muestra de 2022, a partir de los modelos de 2019. A pesar de que el tamaño muestral es mucho menor, podemos ver que la incidencia de sarcopenia probable, confirmada y sarcopenia severa son consistentes.

Tabla 3. Clasificación de la muestra según el estado de sarcopenia por sexo en 2022.

Sexo	Muestra inicial	Sin riesgo (%)	Probable (%)	Sarcopenia (%)	Severa (%)
Hombres	199	116 (58 %)	50 (25%)	20 (10%)	13 (7%)
Mujeres	184	110 (58%)	44 (25%)	14 (10%)	16 (7%)

Nota. Los porcentajes fueron calculados respecto al tamaño inicial de cada sexo.

Cada nivel de riesgo muestra perfiles característicos en cuanto a los parámetros antropométricos evaluados. La Figura 3 muestra estos perfiles, de acuerdo con los puntos de corte estimados (a la izquierda, hombres y a la derecha, mujeres). Se observan perfiles más limitados conforme va incrementando el nivel de riesgo. Los puntos de corte para las circunferencias de pantorrilla, cuello, cintura y el IMC se obtuvieron de los segundos quintiles de sus rangos de valores (una vez se separaron los participantes de acuerdo a su nivel de riesgo) y se muestran en la tabla 4.

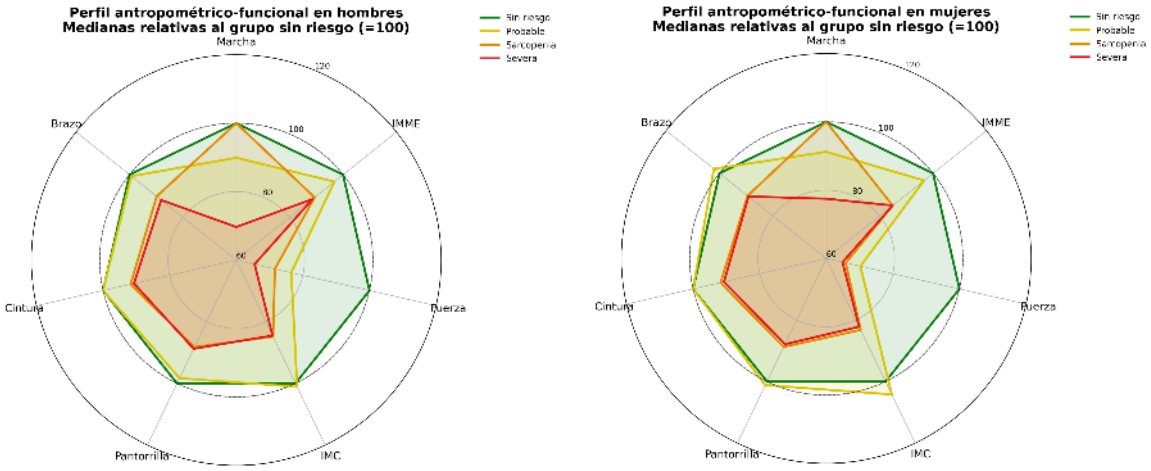


Figura 3. Perfiles de nivel de riesgo en los grupos de hombres y mujeres

Se observan perfiles más limitados conforme va incrementando el nivel de riesgo. Los puntos de corte para las circunferencias de pantorrilla, cuello, cintura y el IMC se obtuvieron de los segundos

quintiles de sus rangos de valores (una vez se separaron los participantes de acuerdo a su nivel de riesgo) y se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Puntos de corte correspondientes al segundo quintil (Q2)

Sexo	Pantorrilla (cm)	Brazo (cm)	Cintura (cm)	IMC (kg/m^2)
Hombres	34	28	97	26
Mujeres	36	28	92	26

Nota. Los puntos de corte corresponden al segundo quintil (Q2).

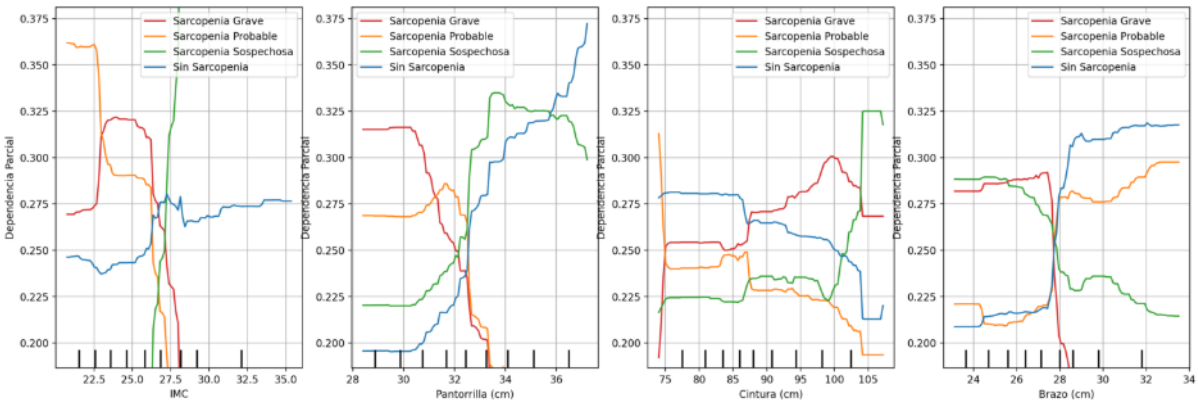


Figura 4. Gráficas de dependencia parcial para los puntos de corte en IMC y las circunferencias de pantorrilla, cintura y brazo.

Los puntos de corte se validaron con la gráfica de dependencia parcial (Figura 4) a partir de los modelos de *random forest ,* donde se muestra cómo cambia la predicción de cada nivel de riesgo al cambiar los valores de cada variable. Los puntos de corte se tomaron a partir de las zonas donde cambia el nivel de riesgo de sarcopenia probable a sin riesgo.

Datos de la ENASEM (Sistema 2)

En el caso de los datos provenientes de la ENASEM, la Figura 5 muestra los 6 perfiles de las relaciones de indiscernibilidad con más participantes en 2018. Cada eje corresponde a una de las preguntas sobre dificultad en las AVD y los colores corresponden al nivel de riesgo. Debajo de cada perfil se muestra el cambio relativo entre 2018 y 2021. Si los números son rojos, significan una disminución en la frecuencia relativa; si son verdes, es un aumento y, si son grises, significa que no hay un cambio.



Figura 5. Diagrama de radar de las personas que realizaron su autodiagnóstico reportado en la encuesta del ENASEM.

En ambos años, las combinaciones que se aproximan mejor a las relaciones de indiscernibilidad fueron [H5, H11, C37, H6], [H5, H11, C37] o [H6, C37, H11]. El reducto que usa 4 ítems tiene índices de Rand y NMI cercanos a 1.00, mientras que los reductos con 3 presentan valores en el rango entre 0.60 y 0.8, dependiendo del grupo de comorbilidad.

La Tabla 5 resume el desempeño de los modelos de random forest mediante F1-score, recall y Brier. En todos los grupos, los modelos de 4 ítems presentaron el mejor desempeño, con F1-score y recall cercanos a 1 y Brier próximo a 0. Los mejores resultados se observaron en los grupos sin comorbilidades y con hipertensión, mientras que el grupo Diabetes e Hipertensión mostró el desempeño más bajo en ambos años.

Tabla 5. Índices de desempeño para los modelos de imputación de 3 y 4 ítems.

Score	Morbidity	3 items 2018	4 items 2018	3 items 2021	4 items 2021
F1-Score	Sin comorbilidades	0.699 ± 0.038	0.953 ± 0.026	0.833 ± 0.013	1.000 ± 0.000
Recall	Sin comorbilidades	0.794	0.794	1.000	1.000
Brier	Sin comorbilidades	0.363 ± 0.040	0.039 ± 0.013	0.269 ± 0.023	0.000 ± 0.000

F1-Score	Diabetes	0.808 ± 0.016	0.969 ± 0.015	0.821 ± 0.012	0.968 ± 0.014
Recall	Diabetes	0.866	0.866	0.866	0.866
Brier	Diabetes	0.269 ± 0.017	0.039 ± 0.013	0.230 ± 0.021	0.044 ± 0.014
F1-Score	Hipertensión	0.863 ± 0.043	1.000 ± 0.000	1.000 ± 0.000	1.000 ± 0.000
Recall	Hipertensión	0.866	1.000	1.000	1.000
Brier	Hipertensión	0.195 ± 0.063	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
F1-Score	Diabetes & hipertensión	0.814 ± 0.011	0.853 ± 0.008	0.834 ± 0.028	0.886 ± 0.023
Recall	Diabetes & hipertensión	0.841	1.000	0.790	1.000
Brier	Diabetes & hipertensión	0.194 ± 0.016	0.135 ± 0.014	0.193 ± 0.035	0.166 ± 0.029

La Figura 6 muestra las gráficas de percepción general de salud, salud comparada con los 2 años previos, fuerza de presión y problemas de equilibrio de los participantes en 2021 (ya agrupados de acuerdo a su nivel de riesgo). De izquierda a derecha, las barras estratificadas corresponden a los grupos sin comorbilidades, con hipertensión, con diabetes y con diabetes e hipertensión.

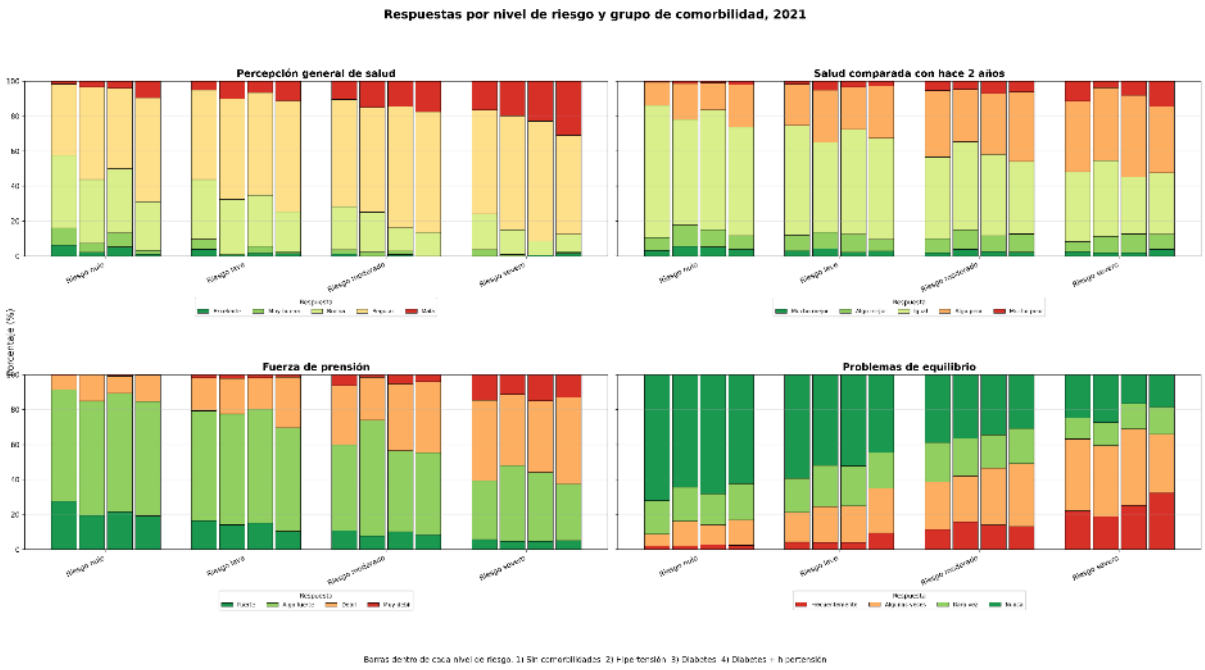


Figura 6. Gráficos de barras estratificadas con par a los grupos de participantes de acuerdo a su nivel de riesgo.

CONCLUSIONES

Este trabajo reporta la construcción de una aplicación web de libre acceso que utiliza los registros históricos del ENASEM que asocian la autopercepción de capacidad de las personas adultas mayores para llevar a cabo sus actividades diarias para estimar el nivel de riesgo primario de padecer sarcopenia. Aunado a esto, se acopla un segundo módulo que utiliza los registros de COSFAMM, basado en registros antropométricos, para obtener el diagnóstico primario de padecer los diferentes niveles de severidad de esta enfermedad. Finalmente, las personas con mayor riesgo pueden ser priorizadas para pruebas confirmatorias como bioimpedancia eléctrica o DEXA. Esta propuesta permite descartar a las personas adultas mayores que no están en riesgo de padecer sarcopenia, mientras que aquellas que sí lo están, canalizarlas hacia una valoración clínica.

Asimismo, para favorecer la democratización de la salud pública, este sistema se migró hacia una aplicación web de libre acceso. Esta propuesta puede ser utilizada por personal de atención primaria sin conocimientos de programación, favoreciendo una detección más accesible y organizada del riesgo de sarcopenia en personas adultas mayores mexicanas.

La propuesta no tiene como objetivo sustituir al personal de atención primaria ni a los sistemas de diagnóstico clínico de sarcopenia, sino complementar su funcionalidad mediante una plataforma visual, accesible e interpretable. Su valor radica en la conversión de dos bases de datos en modelos de semaforización que respaldan el diseño y el fortalecimiento de políticas públicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. *The Lancet*, 393(10191), 2636-2646.
2. Consejo Nacional de Población. (2018). Conciliación demográfica de México, 1950–2015 y proyecciones de la población de México y de las entidades federativas, 2016–2050.
3. Tagliafico, A. S., Bignotti, B., Torri, L., & Rossi, F. (2022). Sarcopenia: how to measure, when and why. *La Radiologia Medica*, 127(3), 228-237.
4. Bahat, G., Erdoğan, T., & İlhan, B. (2022). SARC-F and other screening tests for sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 25(1), 37-42.
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Estudio Nacional de Salud y Envejecimiento en México (ENASEM) 2021. https://www.inegi.org.mx/programas/enasem/2021/
6. Arceo-Diaz, S., Bricio-Barrios, E. E., Trujillo-Trujillo, X. A. R., González-Farias, J. R., Bricio-Barrios, J. A., Rios-Silva, M., & Huerta-Viera, M. (2023). Sistema de cribado primario para la sarcopenia en personas adultas mayores basado en inteligencia artificial. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 44(SPE1), 53-69.
7. Arceo-Díaz, S., Bricio-Barrios, E. E., González-Farías, J. R., De la Madrid-Trevizo, L. S., Trujillo-Trujillo, X. A., Bricio-Barrios, J. A., Rios-Silva, M., Cárdenas-María, R. Y., & Huerta-Viera, M. (2024). Sistema biomédico basado en inteligencia artificial para estimar indirectamente sarcopenia en personas adultas mayores mexicanas. *Revista ELECTRO*, 46(1), 18-24.
8. Arceo-Diaz, S., Trujillo-Trujillo, X & Bricio-Barrios, E. E. Envejecimiento digno en México: detección en tiempo real del nivel de riesgo de sarcopenia mediante IA. En *Experiencias y reflexiones sobre la investigación científica*. Ed. Transdigital.
9. García-Burgos, A., & Novoa-Becerril, E. (2024). Diabetes mellitus e hipertensión arterial sistémica en el adulto mayor como factores predisponentes en recambio valvular. *Ciencia abierta y sociedad moderna: Reflexiones desde el Sur Global*, 80-84.
10. Serra Rexach, J. A. (2006). Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 46-50.
11. Malmstrom, T. K., & Morley, J. E. (2013). SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 531-532.

RELACIÓN ENTRE ESTRÉS Y HÁBITOS ALIMENTICIOS DE UNIVERSITARIOS DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE TONALÁ

Andrea Salcedo Jiménez, Luis Alfonso Nuño Nuño, César Octavio Ramos-García, Carlos Alejandro Pelayo Gervacio, Beatriz Adriana Andrade Espinoza

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
beatriz.andrade@academicos.udg.mx

RESUMEN

La transición de la preparatoria al entorno universitario representa una etapa de cambio. Factores como la adaptación social y las exigencias académicas podrían aumentar los niveles de estrés percibido e impactar sobre los hábitos alimenticios y el metabolismo en esta población. Evaluar esta relación es fundamental para visibilizar el riesgo y favorecer estrategias de intervención en salud. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre el estrés académico y los hábitos alimenticios en los estudiantes del Centro Universitario de Tonalá.

Para ello se diseñó un estudio transversal analítico en 45 universitarios del Centro Universitario de Tonalá durante abril-mayo de 2025. El nivel de estrés se evaluó con la escala “Perceived Stress Scale (PSS)”, mientras que los hábitos alimenticios se evaluaron mediante un cuestionario en línea. El análisis estadístico se realizó con SPSS v. 26.0, utilizando la prueba de chi-cuadrada para evaluar la asociación entre niveles de estrés y hábitos alimenticios, considerando la significancia estadística $p < 0.05$. La media de edad de los participantes fue de 20.5 años. Participaron principalmente mujeres. El nivel de estrés en esta población fue en su mayoría alto. Aunado a ello, la mayoría presentó hábitos alimenticios mixtos y poco saludables. Cuando el nivel de estrés fue moderado o alto, el 100% de los participantes mostró hábitos mixtos o poco saludables.

En conclusión, existe una alta prevalencia de hábitos alimenticios poco saludables en universitarios, especialmente bajo niveles moderados y altos de estrés. Los hallazgos sugieren que el estrés académico podría relacionarse negativamente con elecciones alimentarias, optando por alimentos ultraprocesados. Las limitaciones de esta investigación incluyen un tamaño de la muestra limitado y un muestreo no probabilístico.

INTRODUCCIÓN

La transición al entorno universitario implica adaptaciones culturales, económicas y psicosociales. Entre ellas, el estrés académico destaca como un estímulo crítico capaz de modificar los patrones alimentarios y el metabolismo de esta población. De acuerdo con lo anterior, se han encontrado datos que demuestran que la presencia de estrés moderado en estudiantes universitarios es del 60.7% y que suelen estar estresados debido a exámenes, lo cual modifica los patrones alimentarios. Además, se ha demostrado que a mayor nivel de estrés hay una relación con una respuesta negativa en mayor proporción por parte de las mujeres, mostrando preferencias por snacks no saludables[1]. De acuerdo con lo ya mencionado, evaluar esta relación es fundamental para visibilizar el riesgo y favorecer estrategias de intervención en salud, ya que la mayoría de los estudiantes universitarios no le dan importancia a las elecciones alimentarias, lo cual podría desencadenar un factor de riesgo para la obesidad, niveles altos de colesterol sérico y diabetes mellitus por una falta de control y alta impulsividad por consumir alimentos poco saludables y ultraprocesados[2]. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre el estrés académico y los hábitos alimenticios en los estudiantes del Centro Universitario de Tonalá.

TEORÍA

Diversos estudios han demostrado que el estrés académico influye significativamente en los patrones alimentarios de los estudiantes universitarios, favoreciendo principalmente conductas alimentarias poco saludables. En este contexto, Caso, D[3]. Se evidenció que el estrés académico incrementa la ingesta de alimentos poco saludables en estudiantes italianos, mientras que en estudiantes franceses se observó una reducción en el consumo alimentario, mostrando diferencias significativas entre universitarios ($p = 0.037$). De manera similar, L. Maqsood[4] identificó una relación significativa entre el cambio en los patrones de alimentación y el estrés académico en estudiantes universitarios ($p = 0.031$).

Asimismo, Aljaid, M.[5] determinó que factores psicológicos, especialmente el estrés, se encuentran asociados con los patrones alimentarios de universitarios, obteniendo diferencias significativas entre facultades tanto en la escala de estrés percibido (SSES: $p = 0.003$) como en la escala de alimentación emocional (ESS: $p = 0.013$). Por su parte, Alzahrani S.[2] encontró que el 17.5% de los estudiantes de medicina consumían mayor cantidad de alimentos de lo habitual cuando presentaban niveles elevados de estrés ($p = 0.013$), evidenciando cómo el estrés modifica la conducta alimentaria. En concordancia con estos hallazgos, Choi, J.[1] identificó que los estudiantes con altos niveles de estrés percibido presentaban un aumento en comportamientos alimentarios no saludables, particularmente en el consumo de comidas preparadas y ultra procesadas ($p = 0.001$). Del mismo modo, Sogari, G.[6] al analizar hábitos alimentarios en estudiantes universitarios de Estados Unidos, concluyó que la transición fuera del entorno familiar favorece hábitos alimenticios poco saludables, asociados con el estrés ($p = 0.010$), aunque el acto específico de “comer por estrés” no mostró significancia estadística ($p = 0.724$).

Por otro lado, Aneesh, M.[7] reportó que el 81.4% de los universitarios evaluados presentaban niveles moderados de estrés, condición relacionada con una alimentación descontrolada y un mayor riesgo para la salud ($p = 0.041$). De igual forma, Dalaeen, A.[8] en estudiantes universitarios de Jordania, concluyó que el estrés favorece hábitos alimenticios poco saludables y se relaciona con aumento de peso corporal ($p = 0.013$).

Adicionalmente, Yulin, T.[9] explicó que los estudiantes universitarios sometidos a estrés elevado durante largos periodos tienden a adoptar conductas alimentarias inadecuadas, encontrando una asociación significativa con un intervalo de confianza del 95% de 0.058 -- 0.183 ($p < 0.01$). Finalmente, Hernández, M.[10] determinó que existe una relación significativa entre el consumo excesivo de alimentos poco saludables y el estrés académico en estudiantes universitarios ($p < 0.001$).

En conjunto, se evidencia que el estrés académico constituye un factor determinante en la modificación de los hábitos alimentarios de los estudiantes universitarios, favoreciendo principalmente el consumo de alimentos poco saludables, la alimentación descontrolada y conductas de riesgo para la salud física y nutricional.

PARTE EXPERIMENTAL

Se diseñó un estudio transversal analítico en 45 universitarios del Centro Universitario de Tonalá durante abril-mayo de 2025. Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra en la comparación de dos medias de grupos independientes y se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia para la selección de la misma.

Las variables evaluadas fueron estrés académico, hábitos alimenticios, sexo, edad y grado académico. El nivel de estrés se evaluó con la escala “Perceived Stress Scale (PSS)”, mientras que los hábitos alimenticios se evaluaron mediante un cuestionario en línea. Para evaluar los hábitos alimenticios se aplicó un cuestionario basado en ASA24 (Automated Self-Administered 24-hour Dietary Assessment Tool). Tras la recolección de datos, se consideró incluir dentro de esta investigación a todo aquel que cumpliera con los siguientes criterios: cualquier persona que sea

estudiante del Centro Universitario de Tonalá en el periodo de abril-mayo de 2025, estudiantes que acepten participar en la realización del cuestionario en línea (formulario de Google) y estudiantes que completen el cuestionario en línea.

Para la exclusión se tomaron en cuenta los siguientes criterios: estudiantes que no estén matriculados oficialmente durante el periodo de estudio (egresados, dados de baja, etc.), personas que no acepten contestar el formulario en línea y encuestas que no pertenezcan a estudiantes del Centro Universitario de Tonalá.

Para un mejor análisis de datos se consideró eliminar encuestas con respuestas inconsistentes o sospecha de que no se contestaron honestamente, encuestas duplicadas y encuestas enviadas fuera del periodo de estudio.

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS V26.0. Los estadísticos descriptivos se presentan en frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas. Se realizó la prueba de chi-cuadrada para evaluar la asociación entre los niveles de estrés y los hábitos alimenticios, considerando una significancia estadística $p < 0.05$.

RESULTADOS

Este estudio evaluó la relación entre estrés y hábitos alimenticios; participaron estudiantes universitarios con una media de edad de 20.51 años (DE ± 2.35). Del total, 15.6% fueron hombres y 84.4% fueron mujeres. El nivel de estrés observado fue elevado en la mayoría (44.4%), seguido de nivel moderado (40%) y en menor proporción leve (15.6%) (Tabla 1), Esto coincide con lo reportado por Aneesh M[7]. Encontró una presencia del 81.4% de universitarios con estrés moderado; este fenómeno podría atribuirse a la constante presión que suelen traer consigo los trabajos escolares, proyectos, exámenes, etc. Por otro lado, los niveles de estrés alto se presentaron en 44.7% de las mujeres en comparación con 42.9% de los hombres (Tabla 1), coincidiendo con lo encontrado por Al Dalaeen[8], en donde las mujeres eran quienes preferían algunos snacks debido a la presencia de estrés. Esto se podría explicar por algunos factores hormonales que provocan que las mujeres presenten una mayor reactividad al estrés.

Los tiempos de comida realizados por los estudiantes se presentaron en 2-3 tiempos de comida, 56.6%, y 4-5 tiempos de comida, 44.4%. Por otro lado, 71.4% de los hombres suelen hacer menos tiempos de comida, comiendo de 2-3 veces al día, mientras que el 52.7% de las mujeres hace los mismos tiempos de comida (Tabla 1), similar a lo reportado por Maqsood L[4], quienes encontraron cambios significativos en los patrones alimentarios bajo la presencia de estrés, atribuido con frecuencia a la falta de tiempo para preparar comida, falta de apetito debido al cortisol alto en torrente sanguíneo y los efectos en el circuito que regula hambre y saciedad.

La frecuencia de los tipos de alimentos en la semana se clasificó en mixta y poco saludable, 75.6%, y saludable, 24.4%, en donde 14.3% de los hombres comen alimentos saludables regularmente, mientras que 26.3% de las mujeres tienen elecciones similares (Tabla 1), mismos hallazgos reportados en la mayoría de la literatura, por ejemplo, Caso D.[3], encontró que la población italiana cambiaba sus elecciones de alimentos bajo niveles de estrés, prefiriendo alimentos como snacks, comida rápida. Esto podría relacionarse con el hallazgo anterior, ya que, debido a la falta de tiempo para preparar algo en casa, sumado a la cultura gastronómica local y la baja disponibilidad de alimentos saludables, los estudiantes terminan optando por opciones con bajo valor nutricional. La frecuencia de comidas completas a la semana fue ninguna o una comida al día, 68.9%, y dos o más comidas al día, 14.31%. Estas comidas fueron realizadas en casa 82.2% y fuera de casa 17.8%.
Por último, 97.8% de los participantes mostraron hábitos mixtos o poco saludables, mientras que 2.2% de los participantes mostraron hábitos alimenticios saludables en situaciones estresantes, habiendo una diferencia significativa.

Tabla 1. Descripción de los hábitos alimenticios y el estrés académico por sexo en la población de estudio (n=45).

	Hombres n (%)	**Mujeres** n (%)	**Total** n (%)	***p****
Estrés				
Leve a Moderado	4 (57.1%)	21 (55.3%)	25 (55.6%)	0.985
Alto	3 (42.9%)	17 (44.7%)	20 (44.4%)	
Tiempos de comida al día				
2 y 3	5 (71.4%)	20 (52.7%)	25 (55.6%)	0.114
4 y 5	2 (28.6%)	18 (47.4%)	20 (44.4%)	
Frecuencia de alimentos a la semana				
Saludable	1 (14.3%)	10 (26.3%)	11 (24.4%)	0.334
Mixto y poco saludable	6 (85.7%)	28 (73.7%)	34 (75.6%)	
Frecuencia de comidas completas a la semana				
Ninguna o una	6 (85.7%)	25 (65.8%)	31 (68.9%)	0.714
Hago más de 2 comidas	1 (14.3%)	13 (34.2%)	14 (31.1%)	
Lugar para comer				
Casa	5 (71.4%)	32 (84.2%)	37 (82.2%)	0.215
Fuera de casa	2 (28.6%)	6 (15.9%)	8 (17.8%)	
Hábitos alimenticios en estrés				
Mixto y poco saludable	7 (100%)	37 (97.4%)	44 (97.8%)	0.269
Saludable	0 (0%)	1 (2.6%)	1 (2.2%)	

*Se realizó una prueba Chi cuadrada para evaluar la asociación con sexo con un nivel de significancia de $p<0.05$

Un hallazgo significativo observado en esta población fue el tipo de hábito alimenticio que se presenta durante períodos donde, a medida que el nivel de estrés incrementa, se observan hábitos mixtos o poco saludables (85.7%), hallazgos relativamente similares a los de Caso D.[3], quienes observaron una fuerte relación en la que la presencia de estrés en la elección de alimentos no saludables aumentaba. En cuanto a situaciones de estrés moderado y alto, ninguno de los participantes tuvo hábitos saludables y mostró una elección más orientada a los hábitos mixtos o poco saludables, por lo que esta diferencia fue significativa, alineándose nuevamente con lo reportado por Caso D.[3]. Estos hallazgos se pueden deber a aspectos hormonales, como la liberación de dopamina, asociada con el consumo de alimentos ricos en lípidos y carbohidratos simples, que puede ayudar a calmar estos episodios de estrés, hasta la baja disponibilidad de opciones saludables en los alrededores del Centro Universitario.

Tabla 2. Relación entre el estrés académico y elementos de los hábitos alimenticios en universitarios (n=45).

	Estrés académico			
	Leve n (%)	Moderado n (%)	Alto n (%)	*p**
Tiempos de comida al día				
2 y 3	3 (42.9%)	11 (61.1%)	11 (55%)	0.653
4 y 5	4 (57.2%)	7 (38.9%)	9 (45%)	
Frecuencia de alimentos a la semana				
Saludable	3 (42.9%)	2 (11.1%)	6 (30%)	0.331
Mixto y poco saludable	4 (57.2%)	16 (88.9%)	14 (70%)	
Frecuencia de comidas completas a la semana				
Ninguna o una	5 (71.4%)	15 (83.4%)	11 (55%)	0.507
Hago más de 2	2 (28.6%)	3 (16.7%)	9 (45%)	
Lugar para comer				
Casa	7 (100%)	14 (77.8%)	16 (80%)	0.362
Fuera de casa	0 (0%)	4 (22.2%)	4 (20%)	
Hábitos alimenticios en estrés				
Mixto y poco saludable	7 (85.7%)	18 (100%)	20 (100%)	0.156
Saludable	1 (14.3%)	0 (0%)	0 (0%)	

*Se realizó una prueba Chi cuadrada para evaluar la asociación con sexo con un nivel de significancia de $p<0.05$

CONCLUSIONES

En conclusión, existe una alta prevalencia de hábitos alimenticios poco saludables en universitarios, especialmente bajo niveles moderados y altos de estrés. Los hallazgos sugieren que el estrés académico podría relacionarse negativamente con elecciones alimentarias, optando por alimentos ultraprocesados. Las limitaciones de esta investigación incluyen un tamaño de la muestra limitado y un muestreo no probabilístico.

BIBLIOGRAFÍA

1. J. Choi, "Impact of stress levels on eating behaviors among college students", Nutrients, Vol. 12, No. 5, 2020, pp. 1241.
2. S. H. Alzahrani, A. A. Saeedi, M. K. Baamer, A. F. Shalabi y A. M. Alzahrani, "Eating habits among medical students at King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia", Int J Gen Med, Vol. 13, 2020, pp. 77-88.
3. D. Caso, M. Miriam, R. Rosa y M. Mark, "Unhealthy eating and academic stress: the moderating effect of eating style and BMI", Health Psychol Open, Vol. 7, No. 2, 2020, pp. 205510292097527.
4. L. Maqsood, M. Aslam, F. J. Masood, I. Asad, M. Iqbal, N. U. A. Sheikh y M. Luqman, "Association between academic stress and eating patterns among university students", Diet Factor, Vol. 4, No. 2, 2023, pp. 6-10.

5. M. Aljaid, G. Alnefaie, S. Aljuaid, F. Altalhi, M. Alnemari, Z. Almalki et al., "Effect of academic stress on eating habits among medical students compared to other specialties at Taif University", Int J Med Dev Ctries, Vol. 8, No. 1, 2024, pp. 1-7.
6. G. Sogari, C. Velez-Argumedo, M. I. Gómez y C. Mora, "College students and eating habits: a study using an ecological model for healthy behavior", Nutrients, Vol. 10, No. 12, 2018, pp. 1823.
7. M. Aneesh y R. Roy, "Conducta alimentaria y niveles de estrés entre estudiantes universitarios", J Ment Health Hum Behav, Vol. 27, No. 1, 2022, pp. 60-64.
8. A. Al-Dalaeen, N. Batarseh, Z. Al-Bashabsheh, B. G. ALjeradat, D. Batarseh y A. Karablieh, "Niveles de estrés y conducta alimentaria entre estudiantes universitarios de Jordania: un estudio transversal", Rev Educ Promoc Salud, Vol. 13, No. 1, 2024, pp. 285.

RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE ALCOHOL Y LA CALIDAD DE VIDA EN UNIVERSITARIOS

Mariana Vázquez Aguirre, Anya Paulina Tapia Figueroa, César Octavio Ramos García, Carlos Alejandro Pelayo Gervacio, Beatriz Adriana Andrade Espinoza, Miriam Méndez del Villar

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas
mariana.vazquez5562@alumnos.udg.mx

RESUMEN

El consumo de alcohol en estudiantes universitarios constituye un problema relevante de salud pública por su alta prevalencia y su impacto negativo en la calidad de vida y la salud mental. La evidencia indica que el consumo excesivo se asocia con menor satisfacción vital y mayor presencia de ansiedad y depresión, especialmente en contextos de alto estrés académico. Asimismo, las percepciones hacia el consumo de alcohol y ciertos estilos de vida influyen en los patrones de consumo y en la aparición de problemas sociales y académicos. Estudios recientes también sugieren que factores individuales, como la percepción de la calidad de vida y los rasgos de personalidad, pueden influir en las decisiones de consumo. Estos hallazgos destacan la necesidad de un abordaje integral del consumo de alcohol en la población universitaria. El objetivo del presente estudio es analizar la relación entre el consumo de alcohol y la calidad de vida en universitarios. Se realizó un estudio transversal analítico en 37 estudiantes de diferentes carreras del Centro Universitario de Tonalá. El consumo de alcohol fue evaluado mediante el cuestionario AUDIT y la calidad de vida a través del instrumento WHOQOL-BREF. El análisis estadístico se realizó en el software SPSS versión 26.0. Tras evaluar la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk, se aplicaron pruebas no paramétricas y chi-cuadrada con ajuste de Fisher para analizar la asociación entre consumo de alcohol y calidad de vida. Dentro de la muestra, 59.46% fueron hombres y 40.54% mujeres; 45.9% pertenecía al grupo de 19-20 años y 54.1% al de ≥21 años. No se observaron diferencias significativas en el consumo de alcohol entre hombres y mujeres ($p=0.923$), predominando en ambos sexos un patrón similar, principalmente de consumo sensato o de riesgo, con proporciones comparables en consumo dependiente y dañino. Asimismo, la calidad de vida no mostró diferencias estadísticamente significativas por sexo ($p=0.925$); aunque una mayor proporción de mujeres reportó mejor calidad de vida (61.4% frente a 31.8% de los hombres), esta diferencia no alcanzó significancia estadística. Bajo este marco, se plantea la hipótesis de que, a mayor consumo de alcohol, menor será la calidad de vida. Los resultados sugieren una distribución homogénea del consumo de alcohol y de la percepción de la calidad de vida entre los estudiantes evaluados, lo que respalda la pertinencia de explorar con mayor detalle factores individuales y sociodemográficos que podrían influir en dicha asociación. Asimismo, plantean que los efectos del consumo de alcohol sobre la calidad de vida podrían desarrollarse de forma progresiva y poco perceptible, manifestándose principalmente cuando el consumo se intensifica o se vuelve crónico. En este sentido, se destaca la importancia de implementar estrategias preventivas universitarias para identificar tempranamente patrones de riesgo y promover intervenciones orientadas al bienestar integral de los estudiantes.

INTRODUCCIÓN

El consumo de alcohol en estudiantes universitarios representa actualmente un importante problema de salud pública debido a su elevada prevalencia y a las consecuencias físicas, psicológicas y sociales que genera en esta población. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el alcohol es una sustancia psicoactiva con potencial adictivo responsable de más de 3 millones de muertes al año en el mundo, lo que equivale aproximadamente al 5.3% de todas las defunciones globales, afectando principalmente a adolescentes y adultos jóvenes[1]. En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) y la Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco (ENCODAT) han evidenciado un incremento en el consumo de alcohol en población joven,

particularmente en estudiantes universitarios, grupo en el que predominan patrones de consumo excesivo episódico o “binge drinking”. Según datos nacionales, más del 70% de los jóvenes de entre 18 y 29 años ha consumido alcohol alguna vez en la vida, mientras que una proporción importante reporta consumo excesivo en el último mes, situación que incrementa el riesgo de accidentes, violencia, conductas sexuales de riesgo y problemas académicos.

El alcohol es clasificado como una droga debido a sus efectos sobre el sistema nervioso central y su capacidad de generar dependencia. Las bebidas alcohólicas contienen entre 2% y 55% de etanol y su consumo suele cuantificarse mediante la “bebida estándar”, equivalente aproximadamente a 14 gramos de alcohol puro[2]. Aunque diversas guías internacionales establecen límites considerados de “bajo riesgo”, de hasta una bebida diaria en mujeres y dos en hombres, actualmente se reconoce que no existe un nivel completamente seguro de consumo, ya que incluso cantidades pequeñas pueden asociarse con afectaciones a la salud física y mental (Conaway, 2024[3]; García, 2020)[4]. Entre las consecuencias del consumo de alcohol destacan alteraciones cognitivas y motoras, daño hepático, enfermedades cardiovasculares, dependencia y distintos trastornos mentales, además de una disminución en el rendimiento académico y en la calidad de vida de los estudiantes[5].

En la etapa universitaria, múltiples factores favorecen el inicio o mantenimiento del consumo de alcohol, entre ellos la presión social, el estrés académico, la adaptación a nuevos entornos, los estilos de vida poco saludables y las percepciones positivas sobre el alcohol. Diversos estudios han encontrado asociaciones entre el consumo de alcohol y problemas de salud mental como ansiedad, depresión, estrés percibido, baja autoestima y menor satisfacción con la vida. Asimismo, los estudiantes con mayores niveles de consumo suelen presentar dificultades en sus relaciones interpersonales, alteraciones del sueño, fatiga y menor desempeño académico, repercutiendo de manera negativa en su bienestar integral. En este contexto, la calidad de vida constituye un concepto fundamental para comprender el impacto del consumo de alcohol en la población universitaria. La OMS define la calidad de vida como la percepción que tiene un individuo sobre su posición en la vida dentro de su contexto cultural y sistema de valores, en relación con sus objetivos, expectativas y preocupaciones (Adhanom, 2024)[6]. Se trata de un constructo multidimensional que integra aspectos físicos, psicológicos, sociales y funcionales, influenciado por factores biológicos, emocionales, económicos y culturales. En los universitarios, la calidad de vida relacionada con la salud puede verse afectada por conductas de riesgo como el consumo de alcohol, así como por determinantes sociales de la salud, entre ellos el entorno familiar, las condiciones económicas, el acceso a servicios de salud y las dinámicas académicas y sociales.

De igual manera, los factores psicológicos desempeñan un papel importante en la relación entre consumo de alcohol y calidad de vida, ya que variables como el estrés, la ansiedad, la depresión, el afrontamiento emocional y el afecto negativo pueden influir tanto en los patrones de consumo como en la percepción del bienestar. Por ello, la salud debe entenderse desde un enfoque integral y multifactorial que trascienda la ausencia de enfermedad, incorporando dimensiones emocionales, sociales y culturales que condicionan el bienestar de los individuos[7]. Para evaluar este constructo, se han desarrollado instrumentos como el SF-36 y el WHOQOL-BREF, ampliamente utilizados para medir la percepción de la calidad de vida y satisfacción con distintos aspectos de la vida cotidiana en diversas poblaciones, incluyendo estudiantes universitarios[8].

Ante la magnitud del problema y las repercusiones que el consumo de alcohol tiene sobre la salud física, mental y social de los universitarios, resulta necesario profundizar en el estudio de esta problemática para generar estrategias preventivas e intervenciones oportunas orientadas a mejorar el bienestar estudiantil. Por ello, el objetivo de la presente investigación es investigar si existe relación entre el consumo de alcohol y la calidad de vida en universitarios.

TEORÍA

El consumo de alcohol en población universitaria constituye un fenómeno complejo que involucra dimensiones biológicas, psicológicas y sociales, y que impacta de manera significativa la calidad de

vida de los estudiantes. Diversos estudios han documentado que este comportamiento, frecuentemente normalizado en contextos universitarios, puede derivar en consecuencias negativas tanto en el bienestar físico como en la salud mental y el funcionamiento social. En este sentido, la calidad de vida se entiende como un constructo multidimensional que abarca la percepción individual del bienestar en relación con la salud, las relaciones interpersonales, el entorno y la satisfacción personal. Bajo este enfoque, múltiples investigaciones han analizado la relación entre el consumo de alcohol y este indicador. Durante el contexto de la pandemia por COVID-19[9] se evidenció que el incremento en el consumo de alcohol y otras sustancias se asoció con un deterioro en la calidad de vida, influenciado por factores psicosociales como el aislamiento y el estrés. Este hallazgo refuerza la idea de que el consumo de alcohol no solo responde a factores individuales, sino también a condiciones contextuales que afectan el bienestar.

De manera similar en un estudio pan-europeo se demostró que el consumo excesivo de alcohol, particularmente el binge drinking, se relaciona con una disminución significativa en la calidad de vida de los estudiantes, destacando que este efecto es más pronunciado en ciertos grupos, como los hombres[10]. Esto sugiere la existencia de patrones de consumo diferenciados que influyen en la magnitud del impacto.

Por otro lado, desde una perspectiva de intervención, Sawicki et al.[11] analizaron la eficacia de intervenciones breves en estudiantes universitarios, encontrando que la reducción del consumo de alcohol se asocia con mejoras significativas en la calidad de vida. Este resultado es relevante ya que evidencia que el consumo es un factor modificable y que su control puede generar beneficios directos en el bienestar estudiantil.

No obstante, algunos estudios presentan resultados menos concluyentes. Barański et al.[3] no encontraron una asociación significativa entre el consumo de alcohol y el estado general de salud en estudiantes de medicina, lo que sugiere que la relación puede variar dependiendo de variables como la percepción de salud, el contexto académico o características individuales de la población.

En relación con los factores cognitivos y actitudinales, Fernández y Basantes[12] identificaron que las actitudes positivas hacia el consumo de sustancias se asocian con una menor calidad de vida, lo que indica que las creencias y percepciones juegan un papel clave en la conducta de consumo y sus consecuencias.

Asimismo, el estilo de vida ha sido señalado como un elemento determinante. Terrero et al.[13] encontraron que un estilo de vida saludable se relaciona negativamente con el consumo de alcohol, sugiriendo que la adopción de hábitos saludables puede funcionar como un factor protector frente a conductas de riesgo.

En términos de bienestar subjetivo, Ding et al.[14], reportaron que los estudiantes que no consumen alcohol presentan mayores niveles de satisfacción con la vida, lo que refuerza la relación entre conductas saludables y percepción positiva del bienestar. De forma complementaria, Sæther et al.[15] encontraron que los estudiantes con consumo riesgoso de alcohol reportan menor satisfacción con la vida y peor salud mental.

Por su parte, Lucas Mero[16] evidenció una correlación significativa entre el consumo problemático de alcohol y una disminución en la calidad de vida, lo que confirma que no solo la frecuencia, sino el patrón de consumo, es determinante en el impacto sobre el bienestar.

Finalmente, desde una perspectiva más amplia, Tomalá[17] concluyó que el consumo de sustancias psicoactivas influye negativamente en la calidad de vida de jóvenes y adultos, lo que sitúa al alcohol dentro de un conjunto de conductas de riesgo con efectos acumulativos en la salud integral.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, observacional, transversal y analítico, con el objetivo de evaluar la asociación entre el consumo de alcohol y la calidad de vida. El estudio se desarrolló con la participación de los alumnos de diferentes carreras del Centro Universitario de Tonalá. En total participaron 37 voluntarios, de los cuales 59.46% correspondió al sexo masculino (n=22) y 40.54% al sexo femenino (n=15), seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo con la disponibilidad y aceptación para participar en el estudio. La edad promedio osciló entre 19 y 25 años. Respecto a la edad, los participantes fueron categorizados en dos grupos: 19-20 años y ≥21 años. A los participantes se les aplicaron las encuestas: World Health Organization Quality of Life (WHOQOL-BREF), para evaluar la calidad de vida mediante distintos dominios relacionados con el bienestar físico, psicológico, social y ambiental y la encuesta Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT), para evaluar el consumo de alcohol y su calidad de vida, categorizando a los participantes en consumo sensato o de riesgo, consumo dependiente y consumo dañino. Fueron excluidos todos aquellos voluntarios que no finalizaron el cuestionario, así como rangos de edad no acordes al estudio y estudiantes de otras universidades. La recolección de información se realizó mediante la aplicación de un cuestionario estructurado conformado por tres apartados: datos sociodemográficos, evaluación del consumo de alcohol y evaluación de la calidad de vida. Entre las variables sociodemográficas se incluyeron sexo y edad.

El análisis estadístico se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics. Inicialmente se efectuó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas, del consumo de alcohol y de la calidad de vida. Las variables cualitativas se expresaron mediante frecuencias y porcentajes. Para evaluar la normalidad de las variables cuantitativas se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, cuyos resultados permitieron optar por pruebas no paramétricas para los análisis posteriores. Los estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas se presentaron mediante la mediana y el rango intercuartil. Para determinar la asociación entre variables categóricas se utilizó la prueba de chi-cuadrada con ajuste mediante la prueba exacta de Fisher, considerando un nivel de significancia estadística de $p<0.05$. Se evaluó la relación entre sexo y grupos de edad, sexo y consumo de alcohol, sexo y calidad de vida, así como entre los niveles de consumo de alcohol y la calidad de vida. Los resultados se presentaron mediante tablas y gráficos comparativos para facilitar la interpretación de los hallazgos. La participación de los estudiantes fue voluntaria y confidencial, y la información recolectada fue utilizada únicamente con fines académicos y de investigación, garantizando el anonimato y la protección de los datos personales de los participantes.

RESULTADOS

La población de estudio estuvo conformada por 37 estudiantes universitarios del Centro Universitario de Tonalá, de los cuales 59.46% fueron hombres y 40.54% mujeres. Respecto a la edad, predominó el grupo de ≥21 años. No se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre sexo y grupo de edad ($p=0.549$), lo que sugiere una distribución homogénea de las características sociodemográficas entre ambos grupos.En relación con el consumo de alcohol evaluado mediante el Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT), no se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres ($p=0.923$) (Figura 1).

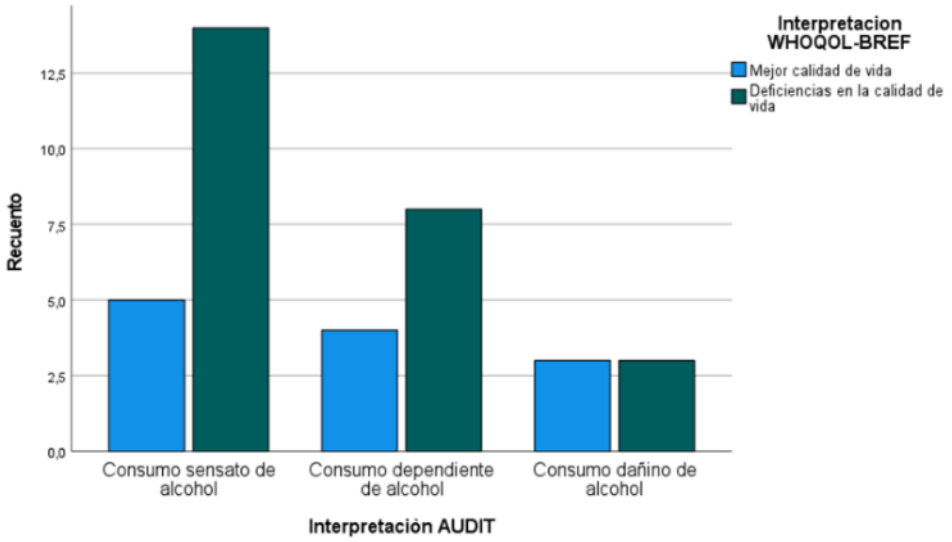


Figura 1. Interpretación de resultados de los cuestionarios AUDIT (consumo de alcohol) y WHOQOL-BREF (calidad de vida)

En ambos sexos predominó el consumo sensato o de riesgo, seguido del consumo dependiente y, en menor proporción, del consumo dañino. Estos hallazgos coinciden parcialmente con lo reportado por Sawicki y colaboradores[11], quienes encontraron una elevada frecuencia de consumo de alcohol entre estudiantes universitarios de enfermería, aunque en su estudio el consumo fue más frecuente en hombres y se asoció con peores indicadores de bienestar. De igual manera, Dormal y colaboradores[10] identificaron en estudiantes europeos que el binge drinking se relacionó con una disminución significativa en la calidad de vida, especialmente en dimensiones psicológicas y sociales, mientras que en la presente investigación esta tendencia únicamente fue observable de manera descriptiva y no alcanzó significancia estadística.

Respecto a la calidad de vida evaluada mediante el WHOQOL-BREF (Figura 1), tampoco se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres (p=0.925). Sin embargo, 67.6% de los participantes presentó deficiencias o problemas en algún dominio de calidad de vida. Estos resultados son similares a los reportados por Gallassi A. D. y colaboradores[18], quienes observaron que durante la pandemia por COVID-19 el aumento en el consumo de alcohol y marihuana se relacionó con deterioro en la calidad de vida y aspectos psicosociales en estudiantes universitarios brasileños. Aunque en el presente estudio no se encontró una asociación estadística significativa, sí se identificó que la mayoría de los estudiantes reportó afectaciones en su calidad de vida independientemente del sexo.

Al analizar la relación entre consumo de alcohol y calidad de vida, se observó que en los tres niveles de consumo predominó la presencia de deficiencias o problemas en la calidad de vida. Los estudiantes con consumo dañino mostraron mayor proporción de afectaciones en comparación con quienes presentaron consumo sensato o dependiente. Sin embargo, esta relación no fue estadísticamente significativa (p=0.556). Estos resultados difieren parcialmente de los hallazgos de Barański y colaboradores[3], quienes encontraron que un peor estado de salud y mayor consumo de alcohol se relacionaban significativamente con menor calidad de vida en estudiantes de medicina polacos. Asimismo, Lucas Mero L. J[16] reportó que el consumo problemático de alcohol sí influyó negativamente en la calidad de vida de estudiantes universitarios, especialmente en aspectos emocionales y sociales. En contraste, en la presente investigación no fue posible establecer una asociación concluyente, posiblemente debido al tamaño de la muestra.

De manera similar, Sæther y colaboradores[15] encontraron que mayores niveles de consumo de alcohol se asociaron con menor satisfacción con la vida y peor salud mental en universitarios noruegos. Aunque en el presente estudio no se identificó significancia estadística, sí se observó una tendencia descriptiva donde los estudiantes con consumo más elevado presentaron mayor frecuencia de deficiencias en la calidad de vida.

Los resultados también guardan relación con lo reportado por Fernández D. F. C. y Basantes[12], quienes identificaron que las actitudes favorables hacia el consumo de sustancias se relacionaban con peor calidad de vida en estudiantes universitarios. Aunque en la presente investigación no se evaluaron actitudes frente al consumo, sí se observó que la mayoría de los participantes con mayor nivel de consumo reportó afectaciones en distintos dominios de calidad de vida.

Por otra parte, Terrero y colaboradores[13] señalaron que los estilos de vida poco saludables se asociaban con el consumo de alcohol en jóvenes universitarios. Esto coincide con los resultados obtenidos, donde gran parte de los estudiantes presentó alteraciones en la calidad de vida independientemente del nivel de consumo, lo cual podría reflejar la influencia de otros factores relacionados con el estilo de vida universitario.

Asimismo, los hallazgos pueden relacionarse con el estudio de Tomalá Ricardo M. I[17]., quien encontró que el consumo de sustancias psicoactivas influye negativamente en la calidad de vida de adolescentes y adultos jóvenes. Aunque el presente estudio únicamente evaluó el consumo de alcohol, los resultados descriptivos muestran una tendencia similar hacia mayores afectaciones conforme aumenta el nivel de consumo.

Finalmente, Ding y colaboradores[14] reportaron que diversos factores psicológicos y de personalidad influyen en la satisfacción con la vida de estudiantes universitarios. Esto podría explicar por qué, en la presente investigación, la calidad de vida mostró afectaciones incluso en estudiantes con consumo sensato o de riesgo, sugiriendo que existen otros factores académicos, emocionales y sociales que podrían intervenir en la percepción de bienestar.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que, en la población estudiada, no existió una asociación estadísticamente significativa entre el consumo de alcohol y la calidad de vida de los estudiantes universitarios. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto al patrón de consumo de alcohol ni en la percepción de calidad de vida. Sin embargo, descriptivamente se observó que los estudiantes con niveles más altos de consumo tendieron a presentar mayores deficiencias en distintos dominios de calidad de vida.

Al comparar los resultados con investigaciones previas, se identificó que diversos estudios internacionales y latinoamericanos reportan asociaciones significativas entre el consumo elevado de alcohol y una menor calidad de vida, especialmente en dimensiones psicológicas, emocionales y sociales. Aunque en la presente investigación dicha relación no alcanzó significancia estadística, los hallazgos descriptivos muestran una tendencia semejante a la reportada en la literatura científica.

La falta de asociación significativa podría estar relacionada con el tamaño reducido de la muestra y con la distribución homogénea de las variables entre los participantes. Aun así, el hecho de que más de la mitad de los estudiantes presentará algún grado de afectación en la calidad de vida evidencia la necesidad de implementar estrategias de promoción de la salud mental, prevención del consumo nocivo de alcohol y fortalecimiento de estilos de vida saludables dentro del contexto universitario.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones incluyan muestras más amplias y consideren otros factores asociados, como estrés académico, salud mental, hábitos de sueño, actividad física y apoyo social, con el fin de comprender de manera más integral la relación entre el consumo de alcohol y la calidad de vida en estudiantes universitarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. OMS, "Alcohol", Who.int, Fact-sheets, 2024.
2. NIAAA, "What is A standard drink?", Nih.gov, 2025.
3. K. Conaway, "Consumo y nivel seguro del alcohol", Medlineplus.gov, Ency, 2024.
4. J. Garcia, "Límites de Consumo de Bajo Riesgo de Alcohol", Gob.es, Actualización Técnica, 2020.
5. G. A. Castaño-Pérez y G. A. Calderón-Vallejo, "Problemas asociados al consumo de alcohol en estudiantes universitarios", Rev. Latino-Am. Enfermagem, Vol. 22, No. 5, 2014, pp. 739-746. E.
6. Velarde-Jurado y C. Avila-Figueroa, "Consideraciones metodológicas para evaluar la calidad de vida", Salud Publica Mex, Vol. 44, No. 5, 2002, pp. 448-463.
7. A. D. Gallassi, E. Y. Nakano, K. G. de Miranda, J. E. Dos Santos, D. da Silva Rodrigues y F. M. de Oliveira, "The increased alcohol and marijuana use associated with the quality of life and psychosocial aspects: A study during the Covid-19 pandemic in a Brazilian University community", International Journal of Mental Health and Addiction, Vol. 22, No. 3, 2024, pp. 1463-1483.
8. V. D. Dormal, V. Bremhorst, S. Lannoy, V. Lorant, A. Luquiens y P. Maurage, "Binge drinking is associated with reduced quality of life in young students: A pan-European study", Drug and Alcohol Dependence, Vol. 193, 2018, pp. 48-54.
9. W. C. Sawicki, D. A. Barbosa, D. S. Fram y A. G. S. Belasco, "Alcohol consumption, Quality of Life and Brief Intervention among Nursing university students", Revista brasileira de enfermagem, Vol. 71, No. 1, 2018, pp. 505-512.
10. K. Barański, S. Szemik, A. Kaleta-Pilarska y M. Kowalska, "General health and its relation to the quality of life and alcohol consumption in a Polish cohort of medical students-preliminary results of POLLEK survey", Frontiers in Public Health, Vol. 11, 2023, pp. 1178124.
11. D. F. C. Fernández y P. J. B. Basantes, "La Actitud frente al consumo de sustancias y su relación con la calidad de vida en estudiantes universitarios", Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Vol. 6, No. 6, 2022, pp. 8544-8555.
12. J. Y. T. Terrero, M. A. L. Cisneros, G. Salome, M. Catalán, P. M. N. Moo y G. M. R. Gomez, "Estilo de vida y su asociación con el consumo de alcohol en jóvenes universitarios", Revista Científica de Psicología Eureka, Vol. 17, No. 3, 2020, pp. 1-15.
13. L. L. Ding, X. H. Ren, L. J. Zhu, L. P. He, Y. Chen, Y. S. Yao et al., "Life satisfaction and its relationship with personality traits among medical college students in China", Cureus, Vol. 16, No. 4, 2024, pp. 1-12.
14. S. M. M. Sæther, M. Knapstad, K. G. Askeland y J. C. Skogen, "Alcohol consumption, life satisfaction and mental health among Norwegian college and university students", Addictive Behaviors Reports, Vol. 10, 2019, pp. 100216.
15. L. J. Lucas Mero, "Consumo Problemático de Alcohol y Calidad de Vida en Estudiantes de la Facultad CCSS, Derecho y Bienestar, Año 2024", Universidad de Manta, 2024.
16. M. I. Tomalá Ricardo, "Consumo de sustancias psicoactivas y su influencia en la calidad de vida de los adolescentes y adultos jóvenes de la Comuna Prosperidad, Santa Elena", Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IA GENERATIVA). PERSPECTIVAS DE LOS ALUMNOS DE LA ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE GUANAJUATO (ENMSG), EN EL ÁREA DEL GIMNASIO

Gabriel Navarro Hernández[1], Cynthia Jareth Torres García[2]

Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato
gnavarro@ugto.mx [1] cj.torres@ugto.mx [2]

RESUMEN

El creciente uso de las herramientas digitales que ofrecen las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el desarrollo de entrenamientos deportivos aumenta cada día. Hoy por hoy, han tomado gran relevancia aquellas que trabajan con algoritmos de Inteligencia Artificial (IA), como la IA Generativa, proporcionando respuestas con un lenguaje cómodo y resultados detallados, cubriendo requisitos o Prompt necesarios para un manejo eficiente [1]. Estas herramientas, actualmente son utilizadas en el ámbito deportivo que potencializan las prácticas deportivas, siempre y cuando se utilicen de manera correcta [2]. A pesar de los beneficios obtenidos en el deporte, los estudios reportados en el ámbito escolar aún son escasos [3]. Esta investigación surge ante la necesidad de identificar cuáles son las herramientas tecnológicas utilizadas y qué percepciones tienen los alumnos sobre su manejo. Realizando un estudio sobre las perspectivas de los alumnos con el uso de la IA generativa en los entrenamientos deportivos. A través de la identificación de herramientas utilizadas para su entrenamiento, evaluando su impacto en el desarrollo físico y técnico, analizando las áreas de oportunidad del uso de estas tecnologías en la preparación de rutinas y la percepción de los alumnos sobre el uso de dichas herramientas digitales utilizadas de manera personal. Este trabajo se realizó con la participación de alumnos que cumplían los criterios como: estar inscrito en la ENMSG, practicar deporte en el gimnasio de la institución de forma autónoma y voluntaria y tener entre 15 a 17 años. Se realizó una encuesta diseñada en la plataforma Microsoft Forms, dividida en cinco secciones, que abordan los objetivos de la investigación, incluyendo en su estructura, preguntas tipo Escala de Likert. Participaron solo los alumnos que cumplían con los requisitos y se realizó la recolección de datos para la interpretación de resultados de dichas encuestas. Las preguntas que se realizaron son relacionadas al conocimiento del concepto TIC, o las TIC's utilizadas en el entrenamiento deportivo y de estas, cuáles han utilizado para sus entrenamientos. Donde la participación de buscadores como ChatGPT, Meta AI, entre otros está presente. Además de identificar con cuánta información cuentan los alumnos sobre características importantes para el uso de IA generativa como los prompt. Posterior a esto, se pudo identificar si existe un impacto de estas herramientas de manera directa en el desarrollo físico y técnico y cuál es la percepción que se tiene sobre el uso de estas IA generativas en sus entrenamientos. Con los datos obtenidos, se sabe que los alumnos de la ENMSG que deciden realizar rutinas de gimnasio de manera voluntaria, sí utilizan herramientas digitales, en su mayoría chatbots como ChatGPT, a pesar de ello, no dejan por completo su planeación y ejecución a las respuestas dadas por estos servidores, mostrando que estas herramientas siguen siendo un complemento para los usuarios y deben de ser utilizadas de manera correcta, con supervisión de un profesional para hacer de su uso, un apoyo en beneficio del alumno.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El creciente uso de las herramientas digitales que nos ofrecen las TIC en el desarrollo de entrenamientos deportivos aumenta cada día. En la historia, las TIC surgen ante la necesidad de los seres humanos por comunicarse de una manera efectiva; datos mencionan el inicio del telégrafo hasta el internet, trayendo consigo el surgimiento de la web, las redes sociales y la invención del

primer smartphone con navegador y plataformas multimedia portátil [1]. Hoy por hoy, han tomado gran relevancia aquellas herramientas digitales más avanzadas que trabajan con algoritmos de Inteligencia Artificial. Dentro de este gran hallazgo, existen herramientas como la Inteligencia Artificial Generativa, la cual proporciona respuestas a las instrucciones realizadas con un lenguaje cómodo, además de proporcionar resultados más detallados al cubrir los requisitos o Prompt necesarios para su manejo eficiente [2]. Esta evolución de las tecnologías crece a un ritmo acelerado, dando pie al auge en la implementación de asistentes virtuales como ChatGPT, con capacidad para resolver consultas y realización de tareas complejas [3].

Como se menciona, todas estas herramientas digitales, actualmente son utilizadas en el ámbito deportivo, convirtiéndose en herramientas poderosas para potenciar las prácticas deportivas, optimizando el rendimiento, personalizándolo y mejorando el monitoreo de atletas, permitiendo la recopilación y procesamiento de información, siempre y cuando se utilicen de manera correcta [4].

A pesar de todos estos beneficios obtenidos estos tiempos, es importante aclarar que los estudios reportados utilizados en el deporte en el ámbito escolar son escasos [5].

Justificación

Esta investigación surge ante la necesidad de identificar cuáles son las herramientas tecnológicas utilizadas y qué percepciones tienen los alumnos sobre su manejo. Realizando un estudio en ámbitos que aún no se han profundizado, como las perspectivas de los alumnos con el uso de la IA generativa en los entrenamientos deportivos que realizan en el área del gimnasio de la institución.

Todo esto mediante un análisis sobre las perspectivas del uso de la IA generativa en los entrenamientos deportivos que realizan los alumnos, específicamente el área del gimnasio de la ENMSG. A través de la identificación de las herramientas que utilizan para su entrenamiento deportivo, evaluando su impacto en el desarrollo físico y técnico, analizando las áreas de oportunidad del uso de estas tecnologías para la preparación de rutinas y finalmente la percepción de los alumnos sobre el uso de dichas herramientas digitales utilizadas de manera personal, mediante la aplicación de un análisis cuantitativo, no probabilístico, como la encuesta.

PARTE EXPERIMENTAL

Este trabajo se realizó con la participación de 32 alumnos que cumplían los siguientes criterios: ser alumno (a) inscrito en la ENMSG, practicar deporte en el gimnasio de la institución de forma autónoma y voluntaria (no clase) y tener entre 15 a 17 años.

Se realizó una encuesta diseñada en la plataforma Microsoft Forms: https://forms.office.com/r/gNqbYnNrbx?origin=lprLink

Compuesta por 22 preguntas, dividida en cinco secciones, las cuales abordan los objetivos de la investigación. Incluyendo en su estructura, preguntas tipo Escala de Likert. Se realizó de manera presencial, con el aviso de privacidad. Los resultados obtenidos se graficaron para los resultados y su respectivo análisis.

RESULTADOS

Con una participación de 32 alumnos en total, se realizó la recolección de datos de la encuesta para la interpretación de resultados. Se describen mediante gráficas, divididas en cinco secciones, los cuales abarcan datos generales y los objetivos de la investigación.

Sección 1. Datos generales

Como se observa en la Figura 1, nos muestra que el 78% de los encuestados tiene 17 años, 13% cuenta con 16 años y solo el 9% tiene 15 años. A su vez, el 59% son de sexo masculino, mientras que el 38% son del sexo femenino.

Sección 2. Identificación de herramientas con IA generativa.

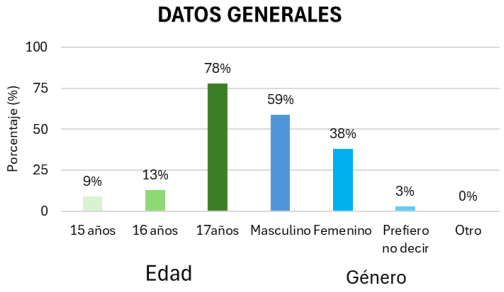
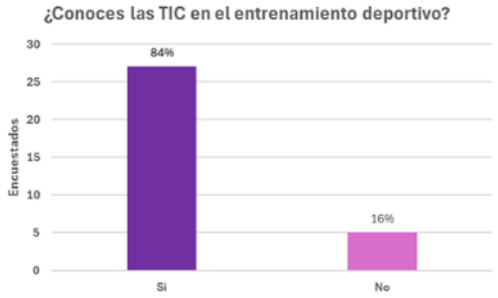


Figura 1. Datos generales; edad y género.

Además, obtuvimos que las herramientas más utilizadas por los alumnos son los dispositivos electrónicos, como los smartphones y Tablet con el 81% de respuesta, como se muestra en la Figura 3.



En la Figura 2, se tiene que el 84% si conoce las TIC, mientras que solo el 16% no las conoce



Figura 3. Identificación de herramientas para elaborar rutinas.

Y como se muestra en la Figura 4, el 93% han utilizado herramientas con Inteligencia Artificial Generativa.



Figura 4. Identificación herramientas con IA generativa

En este sentido, el más utilizado para sus entrenamientos es ChatGPT con el 66%, seguido de Meta AI, con un 13%, otros con 12% y Copilot con solo 9%, véase Figura 5.

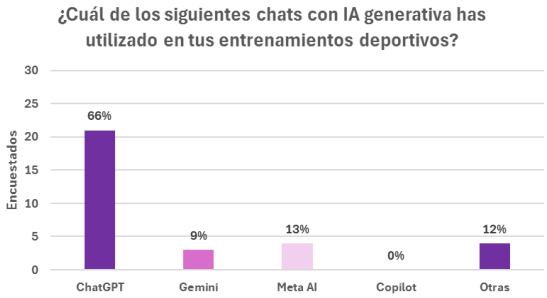


Figura 5. Chatbots más utilizados por los alumnos.

Sin embargo, a pesar de estos resultados. El 75% de los encuestados no saben qué es un Prompt, mientras que solo el 25% confirmó saber qué es. Figura 6.

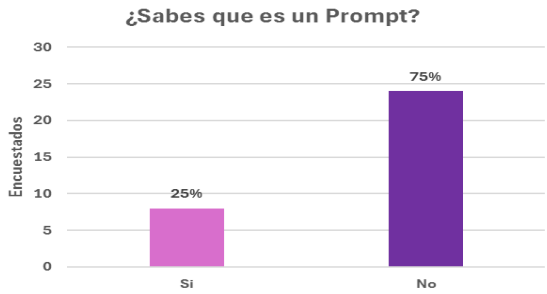


Figura 6. Identificación con IA generativa; Conocimiento del concepto Prompt.

Sección 3. Evaluar el impacto de estas herramientas en el desarrollo físico y técnico.

Esta sección se evaluó mediante una escala de tipo Likert, en un nivel de acuerdo, sobre el uso de las herramientas con IA generativa y si obtienen mejoras en el desarrollo físico y técnico, donde el 40% está de acuerdo, seguido del 34% que se mantuvo neutral y solo el 10% dijo estar en desacuerdo. Figura 7.

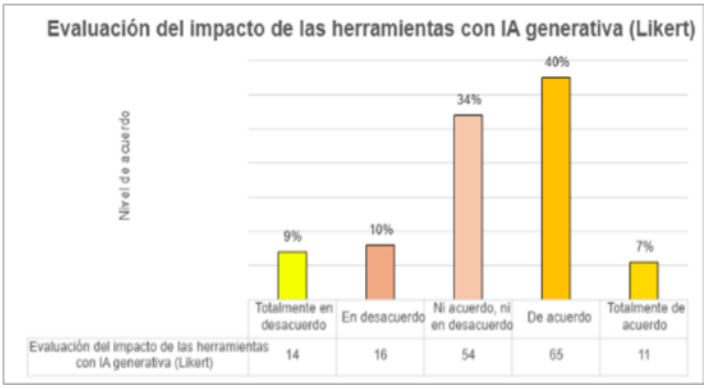


Figura 7. Evaluación del impacto de las herramientas en el desarrollo físico y técnico; Escala Likert.

Sección 4. Analizar las áreas de oportunidad del uso de las herramientas con IA generativa en la preparación de rutinas.

De la misma manera se diseñó en escala Likert, con un nivel de utilidad descriptiva, donde muestra que el 40% encuentran muy útil utilizar herramientas con IA generativa para preparar sus rutinas de ejercicios, seguido del 36% donde la encuentra moderadamente útil y el 11% las encuentra poco útiles. Figura 8.

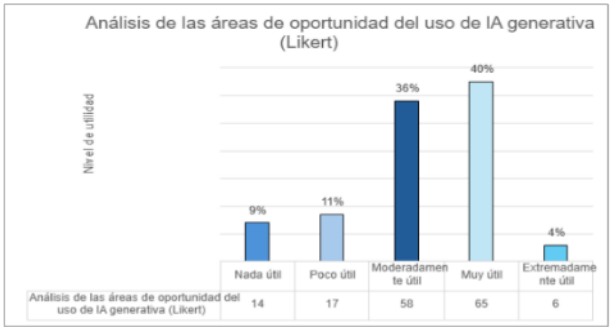


Figura 8. Análisis de las áreas de oportunidad del uso de la IA generativa; Escala Likert.

Sección 5. Percepción de los alumnos sobre el uso de estas tecnologías.

Para esta sección, se usó nuevamente la escala Likert, con nivel de satisfacción Figura 9, donde el 43% se encuentra neutral con respecto a el uso de estas tecnologías, seguido del 39% que se encuentra satisfecho con su uso y solo el 11% se mostraron insatisfechos utilizando estas herramientas.

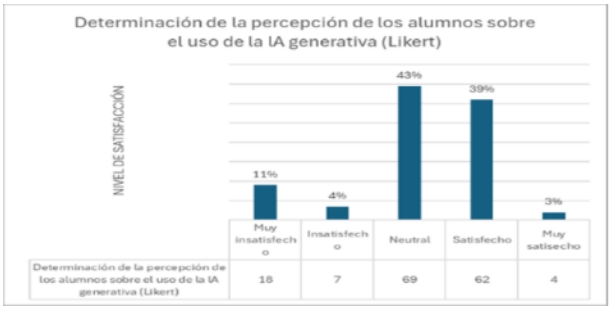


Figura 9. Percepción de los alumnos sobre el uso de la IA generativa; Escala Likert.

Con los resultados obtenidos, podemos percataros que dentro de la población de estudios, la mayoría hace uso de herramientas digitales con IA generativa como lo es ChatGPT en ámbitos que lo alumnos deciden realizar, como lo es hacer ejercicio por voluntad, sin embargo esto no se exime de tener áreas de oportunidad como el desconocimiento de los prompt, tema esencial para el uso adecuado de chatbots con IA generativa, por lo que se puede deducir que el hecho de no encontrarse totalmente satisfechos con su uso, es por los resultados obtenido que no cubren las necesidades reales y personalizadas de cada alumno que así lo requiera.

CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos de este experimento, se observa que los alumnos de la ENMSG que deciden realizar rutinas de gimnasio de manera voluntaria, sí utiliza herramientas digitales, en su mayoría chatbots como ChatGPT, a pesar de ello, no dejan por completo su planeación y ejecución a las respuestas dadas por este servidor, mostrando que las herramientas digitales siguen siendo un complemento para los usuarios, sin embargo, estas herramientas deben de ser utilizadas de la manera correcta y siempre en apoyo de un profesional para hacer de su uso, un apoyo en beneficio del alumno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Berríos Rivas, A. T. Campoverde Campoverde, O. D. & Cabascango Camuendo, C. P. (2024). Tecnologías de la información y comunicación (TIC): (1 ed.). Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano ISTTE. https://elibro.net/es/ereader/ugto/281598?page=15
2. González Rivas, Eva Noemí. (2025). Uso de la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Licenciatura en Administración. Punto CUNORTE, (20), e20224. Epub 07 de abril de 2025. https://doi.org/10.32870/punto.v1i20.224.
3. Sánchez Palacio, A. (2025). ChatGPT y OpenAI: desarrollo y uso de herramientas de inteligencia artificial generativa: (1 ed.). Madrid, RA-MA Editorial (pp. 12-23). Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/ugto/282833?page=12.
4. Carrio Sampedro, A. (2024). Inteligencia Artificial en el deporte: Una tecnología revolucionaria que debe manejarse con cuidado. Movimento (ESEFID/UFRGS), e30054. https://doi.org/10.22456/1982-8918.143278
5. Washif, J. A., Pagaduan, J., James, C., Dergaa, I., & Beaven, C. M. (2024). Artificial intelligence in sport: Exploring the potential of using ChatGPT in resistance training prescription. Biology of Sport, 41(2), 209–220. https://doi.org/10.5114/biolsport.2024.132987

ÍNDICES ATEROGÉNICOS DE CASTELLI Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN JÓVENES GUERRERENSES

Luz Elena Ramos Arellano, Nayelli Jazmine Cástulo Arcos, Viviana Hernández Barrios, Ramón Antaño Arias, Linda Anahí Marino Ortega, Jose Ángel Cahua Pablo, Ines Matia García.

Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero.
14879@uagro.mx

RESUMEN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), actualmente representan la principal causa de muerte a nivel mundial.[1] Afectando principalmente a individuos con factores de riesgo como hipertensión arterial, diabetes mellitus, obesidad, dislipidemias, tabaquismo y sedentarismo.[2] Los índices de riesgo de Castelli I y II (IC-I e IC-II), han demostrado ser eficaces para evaluar el riesgo cardiovascular[3]. El objetivo de presente estudio fue analizar la asociación de los índices de Castelli I y II con factores de riesgo cardiovascular en jóvenes guerrerenses. Se incluyeron en el estudio a 300 jóvenes universitarios, a los cuales se les tomó una muestra de sangre venosa en un tubo sin anticoagulante, con un ayuno previo de 8 horas como mínimo. El peso se midió con una báscula (HBF-514C, OMRON), la talla con un estadímetro portátil (AVANUTRI), la circunferencia de cintura con una cinta antropométrica (SECA) y la presión arterial con un esfigmomanómetro con brazalete (OMRON). La glucosa y el perfil de lípidos se determinaron por el método enzimático colorimétrico, utilizando kits comerciales (SPINREACT) en un equipo semiautomatizado (SPINLAB). Se utilizó el programa STATA v.14.0, para realizar el análisis estadístico. Se determinaron las categorías de riesgo cardiovascular (sin riesgo o de riesgo) de acuerdo a los índices de Castelli I y II. Se observó que los jóvenes con obesidad tienen 3.0 y 3.2 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y del índice de Castelli II ≥3.0, respectivamente (p<0.001); de igual manera, los jóvenes con mayor circunferencia de cintura tienen 2.3 y 2.8 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.05). Los jóvenes con hipercolesterolemia tienen 8.8 y 2.5 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.001), así mismo, los jóvenes con hipertrigliceridemia mostraron 1.9 y 2.2 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.05), por otro lado, los jóvenes con C-LDL alterado tienen 16.4 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.001). Finalmente, los jóvenes con C-HDL bajo tienen 8.0 y 3.0 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y del índice de Castelli II ≥3.0, respectivamente (p<0.001). Se concluye que los valores índices de Castelli I y II de riesgo cardiovascular se asociaron con la obesidad, circunferencia de cintura de riesgo, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, C-LDL alto y C-HDL bajo en los jóvenes universitarios Guerrerenses.

INTRODUCCIÓN

La valoración del riesgo cardiovascular es una medida de prevención de enfermedades cardiovasculares, cuya etiología fundamental es la arteriosclerosis, es por ello, que una de las herramientas que se utiliza para estimar el riesgo en práctica clínica son los índices aterogénicos, los cuales son cocientes entre fracciones lipídicas con rangos de referencia bien establecidos[1].

Así mismo, se ha demostrado que marcadores de obesidad como el índice de masa corporal, la circunferencia de la cintura, la relación cintura-cadera y los índices aterogénicos se correlacionan con un alto riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV)[2].

El objetivo de presente estudio fue analizar la asociación de los índices de Castelli I y II con factores de riesgo cardiovascular en jóvenes guerrerenses.

TEORÍA

Las ECV actualmente representan la principal causa de muerte a nivel mundial, siendo la aterosclerosis, el infarto de miocardio (IM), la insuficiencia cardíaca, la fibrilación auricular (FA) y el accidente cerebrovascular las patologías más frecuentes[3-4]. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2022, las prevalencias reportadas en la población mexicana fueron de 10.9% para diabetes, 15.9% para hipertensión arterial, 30.6% para hipercolesterolemia y 4.9% para ECV. Los lípidos y las partículas lipoproteicas contribuyen de manera significativa a la formación de la aterosclerosis, como patología subyacente de las ECV, además de influir en los procesos inflamatorios en las células vasculares y cardiacas, lo que afecta tanto en los vasos sanguíneos como en el corazón[5]. El aumento excesivo de la adiposidad corporal se asocia estrechamente con la dislipidemia, la cual se manifiesta por elevaciones en los niveles de colesterol total (CT), triglicéridos (TG) y lipoproteínas de baja densidad (LDL), así como por una disminución en las concentraciones de lipoproteínas de alta densidad (HDL)[6].

Los eventos cardiovasculares afectan en la vida de las personas de manera fisiológica y anatómicamente, principalmente, al corazón y otros órganos como el hígado y los riñones, son consideradas afecciones de gran impacto negativo para la salud mundial; estos factores de riesgo cardiovasculares influyen en que las personas tengan más probabilidades de presentar un evento cardiovascular que los lleve a la muerte en un tiempo determinado[7].

Los índices de riesgo de Castelli I y II (IC-I e IC-II), han demostrado ser eficaces para evaluar el riesgo cardiovascular; por ejemplo, el Índice de Riesgo de Castelli I (IC-I) evalúa la relación entre el colesterol total (CT) y el colesterol HDL, mientras que el Índice de Riesgo de Castelli II (IC-II) se calcula a partir de la relación entre el colesterol LDL y el colesterol HDL[8].

PARTE EXPERIMENTAL

Participantes
300 jóvenes universitarios Guerrerenses de 18 a 25 años, que aceptaron participar en el estudio y firmaron su consentimiento informado.

Medidas antropométricas
A los jóvenes participantes en el estudio, se les realizaron las medidas antropométricas, como la talla, con ayuda de un estadímetro portátil (AVANUTRI), el peso con una báscula (OMRON), las circunferencias de brazo, de cintura, índice de cintura-cadera (ICC) con una cinta antropométrica (SECA).

Medidas clínicas
Ambas presiones arteriales sistólica y diastólica, se midieron con un esfigmomanómetro digital (OMRON). Para lo cual, se les pidió a los participantes reposaran 10 minutos antes de su medición, colocando los pies apoyados en el suelo y el brazo preferentemente el izquierdo sobre una mesa que esté a la altura de tu corazón, apoyando la espalda contra el respaldo la silla.

Recolección de la muestra sanguínea
A los participantes en el estudio, se les tomó una muestra de sangre venosa en un tubo tapa roja en condiciones de ayuno, de 8 h como mínimo, entre las 07:00 y 09:00 am.

Análisis bioquímico
Las concentraciones séricas del perfil de lípidos (colesterol total, C-LDL, C-HDL, triglicéridos) y glucosa en ayuno, fueron cuantificadas en un equipo semiautomatizado (SPINLAB), mediante métodos enzimáticos colorimétricos, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (SPINREACT).

Determinación de los índices de Castelli I y II
Se calcularon los índices de Castelli I y II de acuerdo a las siguientes formulas: Índice de Castelli 1 (IC-I):CT/C-HDL y el Índice de Castelli II (IC-II): C-LDL/C-HDL para valorar el riesgo cardiovascular en los jóvenes que participaron en el estudio, teniendo en cuenta las siguientes categorías de riesgo: un índice de Castelli I sin riesgo cuando se obtenía un valor de <4.0, de riesgo cuando se obtenía un valor ≥ 4; por otro lado, el índice de Castelli II se consideró si riesgo cuando su valor era <3 y de riesgo cuando se obtenía un valor de ≥ 3, tanto para hombres como para mujeres.

RESULTADOS

En la tabla 1, se muestran las características generales de la población estudiada, donde se observa que todas las medidas de composición corporal (peso, talla, IMC, cintura, cadera e ICC), niveles de glucosa sérica, CT, TG, C-LDL y ambas presiones arteriales (sistólica y diastólica) son mayores en los jóvenes con obesidad comparado con los de normopeso; sin embargo, los jóvenes con normopeso presentaron mayores niveles del C-HDL (p<0.001).

Tabla 1. Características generales de la población estudiada.

Variables	Normopeso	Con obesidad	Valor de *p*
Edad (años)	21 (19-22)	22 (20-24)	0.007* 0.001***
Género n (%) Femenino Masculino	 101 (67) 49 (33)	 72 (48) 78 (52)	
Peso (Kg)	54.9 (49.6-60.3)	89.7 (80.5-101.1)	<0.001*
Talla (cm)	160±8.3	165±8.6	<0.001**
IMC (Kg/m2)	21.7(20.2-23.5)	32.3 (30.8-34.7)	<0.001*
Cintura (cm)	79 (75-83)	105 (99.7-110)	<0.001*
Cadera (m)	95 (91-98)	115 (110-120)	<0.001*
ICC	0.83 (0.8-0.87)	0.92 (0.87-0.96)	<0.001*
Glucosa (mg/dL)	84 (77-91)	89 (82-96)	<0.001*
CT (mg/dL)	152 (135-176)	170 (150-193)	<0.001*
TG (mg/dL)	83 (62-103)	135 (103-185)	<0.001*
C-HDL (mg/dL)	49 (39-57)	43 (36-50)	<0.001*
C-LDL (mg/dL)	104 (88-126)	121 (95-151)	0.001*
PAS (mmHg)	110±12.2	120±13.0	<0.001**
PAD (mmHg)	70±9.2	74±9.9	<0.001**

IMC: Índice de masa corporal, ICC: índice cintura cadera, CT: Colesterol total, TG: Triglicéridos, C-HDL: Colesterol de lipoproteínas alta densidad, C-LDL: Colesterol de lipoproteínas de baja densidad, PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica. Los datos indican mediana (percentiles 25th-75th); *Prueba de Mann-Whitney; Media ± DE **Prueba de *t* Student´s; n (%) ***Prueba de chi cuadrada.

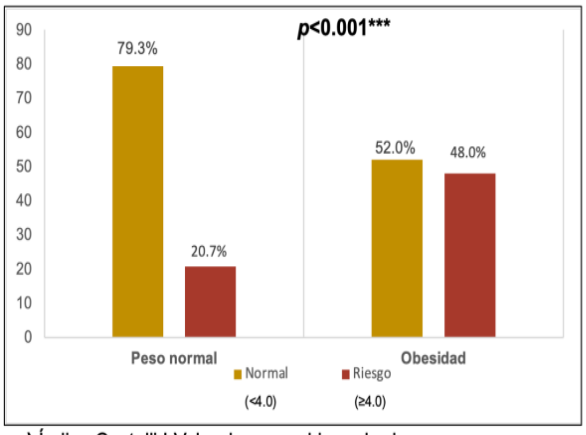
En la tabla 2, al analizar las variables de composición corporal, clínicas y bioquímicas por riesgo cardiovascular, de acuerdo a los índices de Castelli I y II en el total de la población estudiada, se encontró que todas las medidas de composición corporal, así como los niveles de CT, TG, C-LDL y PAS fueron mayores en los jóvenes con riesgo cardiovascular, de acuerdo a los índices de Castelli I (≥4.0) y de Castelli II (≥3.0). Solo en el caso de la PAD, los jóvenes con un índice de Castelli II de riesgo ≥3.0 presentaron mayores niveles de PAD comparado con los jóvenes sin riesgo de acuerdo a este índice (p=0.028).

Tabla 2. Características de la población estudiada por categorías de riesgo cardiovascular de acuerdo a los índices de Castelli.

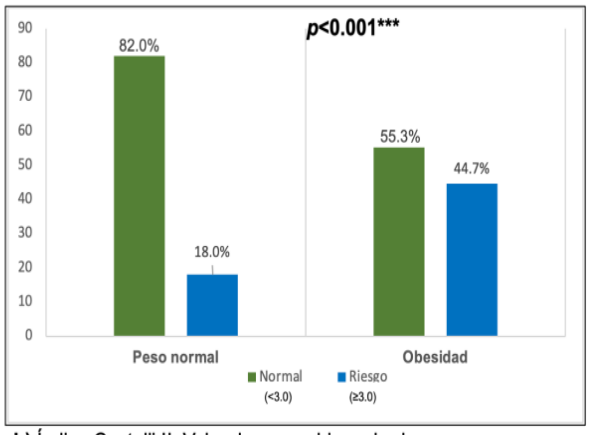
	Índice de Castelli I			Índice de Castelli II		
Variables	Sin riesgo (<4.0)	De riesgo (≥4.0)	Valor de *p*	Sin riesgo (<3.0)	De riesgo (≥3.0)	Valor de *p*
Edad (años)	21 (20-23)	21 (20-23)	0.200	21 (20-23)	21 (20-23)	0.456
Género			<0.001***			<0.001***
(%)	133 (67.5)	40 (38.8)		134 (65.1)	39 (41.5)	
Femenino	64 (32.5)	63 (61.2)		72 (34.9)	55 (58.5)	
Masculino						
Peso (Kg)	62 (53-82)	83 (65-96)	<0.001*	62 (54-82)	83 (65-98)	<0.001*
Talla (cm)	161±8	165±9	<0.001**	161±8	164±8	0.008**
IMC (Kg/m^2)	24 (21-31)	31 (23-33)	<0.001*	23 (21-31)	31 (24-34)	<0.001*
Cintura (cm)	85 (77-101)	102 (84-108)	<0.001*	85 (77-101)	102 (86-109)	<0.001*
Cadera (cm)	100 (93-112)	110 (100-117)	<0.001*	100 (94-112)	112 (101-119)	<0.001*
ICC	0.8 (0.8-0.9)	0.9 (0.8-0.9)	<0.001*	0.8 (0.8-0.9)	0.9 (0.8-0.9)	<0.001*
Glucosa (mg/dL)	86 (79-93)	89 (81-94)	0.127	87 (79-94)	87 (80-93)	0.817
CT (mg/dL)	152 (134-171)	177 (159-208)	<0.001*	156 (137-179)	170 (153-194)	<0.001*
TG (mg/dL)	91 (66-125)	132 (96-178)	<0.001*	93 (66-127)	135 (91-180)	<0.001*
C-HDL (mg/dL)	49 (43-57)	37 (32-43)	<0.001*	48 (41-57)	39 (34-46)	<0.001*
C-LDL (mg/dL)	107 (89-136)	121 (92-155)	0.020*	100 (83-117)	152 (129-182)	<0.001*
PAS (mmHg)	114±12	117±14	0.028**	113±13	119±13	0.001**
PAD (mmHg)	72±9	73±9	0.391	71±9	74±9	0.028**

IMC: Índice de masa corporal, ICC: índice cintura cadera, CT: Colesterol total, TG: Triglicéridos, C HDL: Colesterol de lipoproteínas alta densidad, C-LDL: Colesterol de lipoproteínas de baja densidad, PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica. Los datos indican mediana (percentiles 25th-75th); *Prueba de Mann-Whitney; Media ± DE **Prueba de *t* Student´s; n (%) ***Prueba de chi cuadrada.

En la figura 1, se muestra la prevalencia del riesgo cardiovascular de acuerdo a los índices de Castelli en los grupos de estudio, donde de manera interesante, se observa una mayor prevalencia de jóvenes con obesidad en la categoría de riesgo cardiovascular de acuerdo al índice de Castelli I, comparado con los jóvenes con normopeso (48.0% vs 20.7%, $p<0.001$) (figura 1a), así mismo, en el caso el índice de Castelli II (figura 1b), los jóvenes con obesidad fueron los que presentaron mayor riesgo cardiovascular en comparación con los jóvenes de peso normal (44.7% vs 18.0%, $p<0.001$).



a) Índice Castelli I.Valor de *p* por chi cuadrada.



b) Índice Castelli II. Valor de *p* por chi cuadrada.

Figura 1. Prevalencia de jóvenes en riesgo cardiovascular por grupos de estudio.
a) Índice de riesgo Castelli I, b) Índice de Castelli II.

En la tabla 3, al analizar la correlación de los índices de Castelli con las variables antropométricas, clínicas y bioquímicas por grupos de estudio, se observó una correlación positiva significativa del índice de Castelli I con el peso (r=0.28, *p*<0.001) y el IMC (r=0.17, *p*=0.033) solo en el grupo de jóvenes con peso normal, con el ICC (r=0.17, *p*=0.039) solo en el grupo de jóvenes con obesidad; también se observó una correlación positiva del Índice de Castelli I con los niveles de CT, tanto en los jóvenes con peso normal (r=0.45, *p*<0.001), como en los jóvenes con obesidad (r=0.58, *p*<0.001), así mismo, se observó una correlación positiva con los niveles de TG, tanto en los jóvenes con peso normal (r=0.32, *p*<0.001), como en los jóvenes con obesidad (r=0.28, *p*<0.001); de igual manera, los niveles del C-LDL se correlacionó positivamente con el índice de Castelli I solo en el grupo de jóvenes con obesidad (r=0.18, *p*=0.021). En el caso del índice de Castelli II, se correlacionó positivamente con el peso (r=0.24, *p*=0.002) y el IMC (r=0.19, *p*=0.015) solo en el grupo con peso normal, con el ICC (r=0.18, *p*=0.025) y el CT (r=0.19, *p*=0.020) solo en el grupo con obesidad; con los niveles de TG tanto en el grupo de peso normal (r=0.24, *p*=0.002) como en el grupo de jóvenes con obesidad (r=0.16, *p*=0.046), así mismo, con los niveles del C-LDL en el grupo de peso normal (r=0.74, *p*<0.001) como en el grupo con obesidad (r=0.80, *p*<0.001). Sin embargo, ambos índices de Castelli I y II se correlacionaron negativamente con los niveles del C-HDL en los dos grupos de estudio, peso normal (r= -0.78, *p*<0.001), con obesidad (r= -0.58, *p*<0.001) para el índice de Castelli I; en los jóvenes con peso normal r= -0.59, *p*<0.001), en los jóvenes con peso normal (r= -0.37, *p*<0.001) para el índice de Castelli II.

Tabla 3. Correlación de los índices de Castelli con variables antropométricas, clínicas y bioquímicas en la población estudiada.

	Índice de Castelli I				Índice de Castelli II			
	Normopeso		Obesos		Normopeso		Obesos	
Variables	R	Valor de *p*	R	Valor de *p*	R	Valor de *p*	R	Valor de *p*
Edad (años)	0.07	0.385	0.01	0.889	0.02	0.786	0.08	0.330
Peso (Kg)	0.28	**<0.001	0.04	0.594	0.24	**0.002	0.09	0.236
Talla (cm)	0.16	*0.045	0.01	0.896	0.14	0.077	0.02	0.807
IMC (Kg/m^2)	0.17	**0.033	0.01	0.856	0.19	**0.015	0.09	0.270
Cintura (cm)	0.12	0.143	0.08	0.302	0.15	0.067	0.16	0.051
Cadera (cm)	0.13	0.098	0.09	0.329	0.08	0.314	0.04	0.566
ICC	0.01	0.859	0.17	**0.039	0.08	0.311	0.18	**0.025
Glucosa (mg/dL)	0.13	0.098	0.08	0.329	0.07	0.334	0.08	0.319
CT (mg/dL)	0.45	**<0.001	0.58	**<0.001	0.15	0.058	0.19	**0.020
TG (mg/dL)	0.32	**<0.001	0.28	**<0.001	0.24	**0.002	0.16	**0.046
C-HDL (mg/dL)	-0.78	**<0.001	-0.58	**<0.001	-0.59	**<0.001	-0.37	**<0.001
C-LDL (mg/dL)	0.18	**0.021	0.12	0.143	0.74	**<0.001	0.80	**<0.001
PAS (mmHg)	0.07	0.333	0.01	0.915	0.13	0.109	0.11	0.185
PAD (mmHg)	0.13	0.096	0.08	0.308	0.02	0.745	0.15	0.069

IMC: Índice de masa corporal, ICC: Índice cintura cadera, TC: Colesterol total, TG: Triglicéridos PAS: Presión arterial sistólica, PAD: Presión arterial diastólica. Valor de p por coeficiente de correlación de *Pearson o **Spearman.

Finalmente, en la tabla 4, al analizar la asociación de los factores de riesgo cardiovascular con los índices de Castelli, se observó que los jóvenes con obesidad tienen 3.0 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 (alto riesgo cardiovascular) y 3.2 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli II ≥3.0 (alto riesgo cardiovascular) (p<0.001); de igual manera, los jóvenes con circunferencia de cintura de riesgo tienen 2.3 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y 2.8 más riesgo de tener niveles del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.05). se observó que los jóvenes con hipercolesterolemia tienen 8.8 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y 2.5 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.001), así mismo, los jóvenes con hipertrigliceridemia mostraron 1.9 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli I ≥4.0 y 2.2 más riesgo de tener niveles del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.05), también se observó que los jóvenes con C-LDL alterado tienen 16.4 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.001). De manera relevante, los jóvenes con C-HDL bajo tienen 8.0 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli i ≥4.0 (p<0.001) y 3.0 veces más riesgo de tener niveles del índice de Castelli II ≥3.0 (p<0.001).

Tabla 4. Asociación de factores de riesgo cardiovascular con los índices de Castelli I y II en la población estudiada.

	Índice de Castelli I ≥4.0			Índice de Castelli II ≥3.0		
Factores de riesgo	OR	(IC95%)	Valor de *p*	OR	(IC95%)	Valor de *p*
Obesidad IMC ≥30 kg/m2	3.0	1.77-5.12	<0.001	3.2	1.91-5.67	<0.001
Cintura de riesgo ≥80 cm en mujeres ≥90 cm en hombres	2.3	1.36-4.08	0.002	2.8	1.61-5.03	<0.001
Presión arterial elevada ≥120 mm/Hg Sistólica ≥80 mm/Hg Diastólica	0.8	0.50-1.45	0.567	1.3	0.80-2.31	0.242
Glucosa alterada ≥100mg/dL	0.5	0.25-1.22	0.146	0.60	0.27-1.34	0.210
Hipercolesterolemia ≥200mg/dL	8.8	3.91-20.19	<0.001	2.5	1.28-5.17	<0.001
Hipertrigliceridemia ≥150mg/dL	1.9	1.11-3.51	0.020	2.2	1.26-3.99	<0.001
C-HDL bajo <50 mg/dL en mujeres <40 mg/dL en hombres	8.0	4.25-15.08	<0.001	3.0	1.77-5.27	<0.001
C-LDL alto ≥100mg/dL	1.1	0.66-1.94	0.630	16.4	6.38-42.42	<0.001

Los datos muestran OR: Odds Ratio, IC: Intervalo de confianza. *Valor de *p* por regresión multinomial ajustado por edad y sexo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los índices de Castelli, los jóvenes con obesidad presentaron un mayor riesgo cardiovascular que los jóvenes con peso normal; por sexo los hombres presentaron un mayor riesgo cardiovascular que las mujeres. Los valores índices de Castelli I y II de riesgo cardiovascular se asociaron con la obesidad, circunferencia de cintura de riesgo, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, C-LDL alto y C-HDL bajo en los jóvenes universitarios Guerrerenses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ó. Fabregat-Andrés, P. Pérez-de-Lucía, V.E. Vallejo-García *et al*, “Nuevo índice aterogénico para la predicción de aterosclerosis carotídea basado en la ratio proteína C reactiva no ultrasensible/HDL”, Clin Inv Arteri, Vol. 36, 2024, pp. 12-21.
2. Lumu, W., Bahendeka, S., Wesonga, R., Kibirige, D., Kasoma, R. M., & Ssendikwanawa, E, “Atherogenic index of plasma and its cardiovascular risk factor correlates among patients with type 2 diabetes in Uganda”, Afr Health Sci, Vol. *23*, 1, 2023, pp. 515–527.
3. Leening, M. J. G., Koudstaal, P. J., Rizopoulos, D., Ruiter, R., Stricker, B. H. C., Kavousi, M., & Ikram, M. A, “The association of innate and adaptive immunity, subclinical atherosclerosis, and cardiovascular disease in the Rotterdam Study: A prospective cohort study”, PLoS Med., Vol.17, 5, 2020, pp.1-16.
4. Ouyang, J., Wang, H., & Huang, J, “The role of lactate in cardiovascular diseases”, Cell commun signal, Vol. 21, 1, 2023, pp. 1-14.
5. Soppert J, Lehrke M, Marx N, Jankowski J, Noels H, “Lipoproteins and lipids in cardiovascular disease: from mechanistic insights to therapeutic targeting”, Adv Drug Deliv Rev, Vol. 159, 2020, pp. 4-33.
6. Andrades, C. D. S., Poletti, V. V., Closs, V. E., Gustavo, A. D. S., Oliveira, M. D. S., Donadio,M. V. F., & Feoli, A. M. P, “Prevalence of dyslipidemia, atherogenic and cardiovascular risk in overweight and obese adolescents”, Rev Paul Pediatr, Vol. 41, 2023, pp.1-8.
7. García, M. A. F., & López, M. C, “Riesgo cardiovascular, perspectiva mexicana”, Acta Médica Grupo Ángeles, Vol. 23, 3, 2025, pp. 6-10.
8. Drwiła, D., Rostoff, P., Nessler, J., & Konduracka, E, “Prognostic value of non-traditional lipid parameters: Castelli Risk Index I, Castelli Risk Index II, and triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio among patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction during 1-year follow-up”, Kardiologiia, Vol. 62, 9, pp. 60–66.

REGULACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNITARIA A *Mycobacterium Tuberculosis* POR MIR-146A, MIR-146B Y MIR-155: UNA PREDICCIÓN BIOINFORMÁTICA DE RUTAS METABÓLICAS

Elba Rodríguez Hernández, Ana María Anaya Escalera

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
rohe577@hotmail.com

RESUMEN

Las ciencias ómicas han permitido la rápida identificación y caracterización de pequeños ARN no codificantes, los cuales forman parte de un complejo sistema de regulación génica. Se ha documentado la expresión diferencial de diversos microARN en individuos infectados con *Mycobacterium tuberculosis*. Aunque aún se conoce poco sobre la patogénesis molecular de la enfermedad, investigaciones recientes destacan la relevancia de estos miRNAs en la tuberculosis pulmonar y su potencial para ser detectados en sangre periférica, por lo que actualmente se consideran candidatos prometedores para el diagnóstico. Entre los miRNA cuya expresión se modula en respuesta a la infección se encuentran miR-125b, miR-155, miR-144*, miR-155*, miR-3179, miR-147, miR-146a/b, miR-886-5p, let-7e y let-7i. En este trabajo, se llevó a cabo una predicción in silico y un análisis de las rutas metabólicas en las que participan los miR-146a, miR-146b y miR-155, microARN de relevancia en la tuberculosis, estos miRNA fueron seleccionados a través del análisis bibliográfico de la evidencia experimental al respecto. El estudio se centró en las secuencias de miRNA reportadas en humanos, utilizando para el análisis las siguientes bases de datos y herramientas bioinformáticas: miRBase, UniProtKB, TargetScan Human, miRDB, DIANA-TarBase, miRTarBase, DIANA-mirPath y TargetScan. Los resultados muestran diversas implicaciones durante la infección de tuberculosis; los tres miRNA tienen genes diana validados en la base de datos. En el caso específico del miR-146a, sus principales rutas metabólicas KEGG son moléculas de adhesión celular y formación del fagosoma (CLDN16, ATP6V1C2); pero también en la regulación del metabolismo del cáncer, uno de los genes destacados en este proceso es ZEB2, que es un factor de transcripción que desempeña un papel en las vías de señalización del factor de crecimiento transformante β, que son esenciales durante el desarrollo fetal temprano y su desregulación ha sido caracterizada en diferentes tipos de cáncer. El miR-146b está involucrado en las rutas metabólicas de degradación de valina, leucina e isoleucina y la ruta de señalización de la hormona tiroidea entre otras. El miR-155 interviene en las rutas del sistema de intercambio de azufre y el metabolismo de triptófano; de acuerdo a las predicciones del programa DIANA-mirPath. Interesantemente, el miR-146a interactúa con genes clave en la adhesión celular y la fagocitosis, como CLDN16 y ATP6V1C2, respectivamente ($p < 0.05$). Esta interacción podría tener implicaciones significativas en la patogénesis de la tuberculosis y enfermedades asociadas. En conjunto, los hallazgos sugieren que se activan mecanismos moleculares específicos en respuesta a la infección, en los que miR-146a, miR-146b y miR-155 desempeñan un papel regulador crucial. Los genes con los que interactúan miR-146a y miR-155 están involucrados en la respuesta inmunitaria y en procesos celulares fundamentales para el desarrollo de la enfermedad.

INTRODUCCIÓN

La tuberculosis (TB) constituye un riesgo para la salud pública y una amenaza para la seguridad sanitaria. Se trata de una enfermedad infectocontagiosa provocada por bacilos del género Mycobacterium. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó que en 2021 fallecieron 1.4 millones de personas a causa de esta enfermedad, considerándola la más mortífera después de la COVID-19, y estimó que ese mismo año 10.6 millones de personas contrajeron TB (WHO Global TB Report, versión 1.8). Resulta evidente que durante la pandemia por COVID-19 los sistemas de atención, diagnóstico y tratamiento de la tuberculosis se vieron afectados, lo que incrementa la probabilidad de un repunte de la enfermedad con posibles repercusiones en la salud mundial. En la mayoría de los casos, el SARS-CoV-2 causa una infección respiratoria que puede complicarse en

distintos grados, desde leves hasta graves. El empleo de fármacos inmunosupresores para tratar la COVID-19 puede favorecer la reactivación de la tuberculosis. Diversos reportes describen casos de coinfección entre M. tuberculosis y SARS-CoV-2, con una prevalencia de TB entre pacientes con COVID-19 que oscila entre el 0.47 % y el 4.47 %; además, la tasa de mortalidad en pacientes con TB/COVID-19 resultó superior a la de aquellos afectados únicamente por COVID-19 o por TB (Bostanghadiri, 2022).

Las infecciones causadas por este bacilo en animales tienen un impacto económico negativo en la industria ganadera, ya que disminuyen considerablemente la eficiencia productiva del ganado bovino lechero y representan una barrera no arancelaria para el comercio internacional de animales y sus productos derivados (Hewinson et al., 2006). *M. bovis* supone también un riesgo para la salud pública, pues existen reportes de infección en humanos por este bacilo. Adicionalmente, su presencia en el ambiente constituye un peligro para la población en general, sobre todo por la existencia de grupos altamente susceptibles (individuos con SIDA, diabetes, pobreza, drogadicción y cepas resistentes); por ello, desde hace años el sector veterinario trabaja para mantener el ganado libre de la enfermedad. A pesar del gran avance en el entendimiento de la respuesta inmune del hospedero frente a la tuberculosis, aún persisten limitantes centrales para su control, como la carencia de métodos de diagnóstico suficientemente sensibles y específicos. Asimismo, se ha propuesto la implementación de estrategias complementarias de control de la tuberculosis bovina —entre ellas la vacunación—, lo que hace imprescindible diseñar métodos diagnósticos capaces de diferenciar animales infectados de vacunados (Schiller et al., 2010). El diagnóstico actual de la tuberculosis bovina se fundamenta en la detección de marcadores del sistema inmune del hospedero (citocinas, IFN-γ, etc.) cuyos niveles de expresión se modifican en respuesta a la infección por *M. bovis*. Estas pruebas indirectas dependen de la capacidad de respuesta del animal, por lo que con frecuencia no reflejan el verdadero estado de la infección (Gormley et al., 2006). Como alternativa, se han desarrollado nuevas estrategias basadas en la identificación y caracterización de moléculas propias del hospedero, como los miRNA producidos en respuesta a la infección.

El avance de las ciencias ómicas ha facilitado la rápida identificación y caracterización de pequeños ARN no codificantes que forman parte de un complejo sistema de regulación génica. Se ha encontrado una expresión diferencial de estos ARN en individuos infectados con tuberculosis. Si bien la patogénesis molecular de la enfermedad aún no se comprende por completo, reportes recientes demuestran la importancia de los miRNA en la tuberculosis pulmonar y su posible detección en sangre de pacientes, razón por la que actualmente se les considera candidatos para el diagnóstico. Los miRNA modulados en respuesta a la infección por *M. tuberculosis* incluyen miR-125b, miR-155, miR-144*, miR-155*, miR-3179, miR-147, miR-146a/b, miR-886-5p, let-7e y let-7i. En un estudio se identificó el perfil de expresión temporal de miRNA en macrófagos alveolares bovinos en respuesta a la infección con M. bovis; los miRNA bta-miR-142-5p, bta-miR-146a y bta-miR-423-3p se encontraron diferencialmente expresados y tienen blancos predichos en rutas relevantes para la patogénesis micobacteriana, como la endocitosis, el tráfico lisosomal, la señalización de IL-1 y la ruta de TGF-β (Vegh et al., 2015). La presencia de estos miRNA en animales infectados con *M. bovis* pone de manifiesto su papel en la patogénesis y la supervivencia del bacilo, por lo que su estudio durante la infección en bovinos resulta indispensable.

Los microARN (miRNA) son pequeños ARN reguladores no codificantes que reprimen la expresión proteica a nivel postranscripcional y desempeñan funciones clave en múltiples procesos fisiológicos y fisiopatológicos. miR-146a es un miRNA que regula negativamente la respuesta inmune innata, inflamatoria y antiviral. Existe evidencia de que la expresión de miR-146a podría aprovecharse con fines terapéuticos en enfermedades humanas o como biomarcador para el diagnóstico, la prevención y el tratamiento. Considerando la relevancia de los miRNA en la patogénesis de la tuberculosis pulmonar humana; donde se han detectado en sangre de pacientes enfermos, en este trabajo se realizó la predicción de los genes blanco de miR-146a, miR-146b y miR-155, así como el análisis de las rutas metabólicas en las que intervienen. El análisis se enfocó en los miRNA descritos en humanos, dado que en animales su función está aun escasamente caracterizada.

MÉTODO EXPERIMENTAL

La predicción de rutas y genes blanco de los miRNA, se realizó primero con una selección de los miRNA de interés con base en un análisis bibliográfico de la evidencia experimental disponible. Las secuencias de los miRNA maduros, así como su localización y anotación, se obtuvieron de la base de datos miRBase (https://www.mirbase.org/). La predicción in silico de genes diana para miR-146a y miR-155 se llevó a cabo mediante los programas TargetScan Human (http://www.targetscan.org), miRDB (http://mirdb.org), miRBase, DIANA-TarBase v7.0 (http://diana.imis.athena-innovation.gr) y miRTarBase (http://mirtarbase.mbc.nctu.edu.tw). Posteriormente, se empleó la herramienta DIANA-mirPath para identificar las rutas moleculares potencialmente alteradas y la intersección de los miRNA hipotéticamente expresados. DIANA-mirPath permite realizar análisis estadístico de las interacciones de los miRNA mediante el algoritmo DIANA-microT-CDS, así como explorar interacciones validadas experimentalmente a partir de DIANA-TarBase. TargetScan se utilizó para la predicción de blancos biológicos de los miRNA, y la información sobre la función proteica se extrajo de la base de datos UniProtKB (http://www.uniprot.org).

RESULTADOS

En la tabla 1 realizamos un concentrado de los datos más sobresalientes del análisis bioinformático para predecir los genes diana de miR-146a, miR-146b y miR-155. Varios de los genes tienen importantes implicaciones durante la infección tuberculosa. De acuerdo con las predicciones, miR-146a puede regular genes que participan en la adhesión celular y en la formación del fagosoma, como CLDN16 y ATP6V1C2. Por su parte, miR-146b está involucrado en rutas metabólicas como la degradación de valina, leucina e isoleucina, y la vía de señalización de la hormona tiroidea, entre otras. En cuanto a miR-155, las predicciones del programa DIANA-mirPath lo asocian con el sistema de intercambio de azufre y el metabolismo del triptófano. Los tres miRNA cuentan con genes diana validados en las bases de datos. Específicamente, las principales rutas KEGG asociadas a miR-146a son las de moléculas de adhesión celular y fagosoma, además de su participación en la regulación del metabolismo del cáncer. En este último proceso destaca el gen ZEB2, un factor de transcripción que interviene en las vías de señalización del factor de crecimiento transformante β (TGF-β), esenciales durante el desarrollo fetal temprano y cuya desregulación se ha caracterizado en diversos tipos de cáncer (Ghoumid et al., 2013). La herramienta DIANA-TarBase no muestra intersección entre los miRNA en las rutas metabólicas analizadas, ya que no comparten genes diana predichos. Las rutas fueron predichas y construidas mediante el programa DIANA-miRPath v3.0.

Tabla 1. Genes y rutas metabólicas relevantes a los que se unen e intersectan miR-146a, miR-146b y miR-155. El análisis se realizó a partir de la secuencia madura -3p de cada miRNA ($P < 0.05$).

miRNA	*Ruta metabólica KEGG*	*Genes destacados*	*Valor P*
miR 146a	Moléculas de adhesión celular	CLDN16 (claudin 16)	0.02
	Fagosoma	ATP6V1C2 (ATPase H+ transporting V1 subunit C2)	0.03
miR 146b	Degradación de valina, leucina e isoleucina	BCKDHB (branched chain keto acid dehydrogenase) ABAT (4-aminobutyrate aminotransferase)	0.006 0.01
	Ruta de señalización de la hormona tiroidea	THRA (thyroid hormone receptor alpha) RXRB (retinoid X receptor beta)	
MiR 155	Sistema de intercambio de azufre	MOCS2 (molybdenum cofactor synthesis 2)	0.006
	Metabolismo de triptófano	IDO1 (indoleamine 2,3-dioxygenase 1)	0.01

CONCLUSIONES

En conclusión, el análisis bioinformático de miR-146a, miR-146b y miR-155 permitió identificar genes diana y rutas metabólicas con implicaciones relevantes en la patogénesis de la tuberculosis. Para miR-146a se predijeron interacciones con los genes CLDN16 y ATP6V1C2, los cuales participan en la adhesión celular y la formación del fagosoma. La alteración de claudinas en respuesta a la

infección por *M. tuberculosis* ha sido documentada en tejidos como el colon y el sistema nervioso central, mientras que la ATPasa codificada por ATP6V1C2 es esencial para la acidificación fagosomal y la supervivencia intracelular de las micobacterias. miR-146b, por su parte, se asoció con genes de la degradación de aminoácidos ramificados y la producción de energía (como BCKDHB y ABAT), procesos que pueden verse alterados durante la infección y que se han relacionado con indicadores diagnósticos como la lactato deshidrogenasa sérica. Respecto a miR-155, sus dianas MOCS2 e IDO1 conectan con el metabolismo del cofactor de molibdeno y la degradación del triptófano. La biosíntesis de MoCo, regulada por MOCS2, es crucial para que *M. tuberculosis* resista condiciones de hipoxia y establezca la latencia, mientras que la sobreexpresión de IDO-1, al degradar triptófano y generar quinurenina, suprime la respuesta inmune adaptativa y favorece la persistencia del patógeno. Estos hallazgos sitúan a miR-146a, miR-146b y miR-155 como reguladores clave de las interacciones hospedero-patógeno, y refuerzan su potencial como biomarcadores de la enfermedad o como dianas terapéuticas dirigidas al hospedero. La validación experimental de estas interacciones será fundamental para avanzar hacia nuevas estrategias de diagnóstico y control de la tuberculosis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bostanghadiri N, Jazi FM, Razavi S, Fattorini L and Darban-Sarokhalil D (2022). Mycobacterium tuberculosis and SARS-CoV-2 Coinfections: A Review. Front. Microbiol. 12:747827. doi: 10.3389/fmicb.2021.747827.
2. Hewinson, R.G., Vordermeier H.M., Smith N.H and Stephen V.G. 2006. Recent advances in our knowledge of Mycobacterium bovis: a feeling for the organism. Vet Microbiol 112:127-139.
3. Schiller, I., Oesch B., Vordermeier H.M., Palmer M.V., Harris B.N., et al. 2010. Bovine tuberculosis: a review of current and emerging diagnostic techniques in view of their relevance for disease control and eradication. Transbound Emerg Dis 57: 205–220.
4. Gormley, E, Doyle M.B., Fitzsimons T., McGill K., Collins J.D. 2006. Diagnosis of Mycobacterium bovis infection in cattle by use of the gamma-interferon (Bovigam) assay. Vet Microbiol 112:171–179.
5. Vegh, P., Magee D.A., Nalpas N.C., Bryan K., McCabe M.S., Browne J.A., et al. 2015. MicroRNA profiling of the bovine alveolar macrophage response to Mycobacterium bovis infection suggests pathogen survival is enhanced by microRNA regulation of endocytosis and lysosome trafficking. Tuberculosis 95(1):60-67.
6. Ghoumid J., Drevillon L., Alavi-Naini S.M., Bondurand N., Rio M., Briand-Suleau A, et al. 2013. ZEB2 zinc-finger missense mutations lead to hypomorphic alleles and a mild Mowat-Wilson syndrome. Hum Mol Genet. 22(13):2652-61.

CAUSA COMÚN DE HÁBITOS DE SUCCIÓN NO NUTRITIVA Y SU RELACIÓN CON MALOCLUSIONES Y ANOMALÍAS MAXILODENTALES EN PACIENTES INFANTILES

Teresa de los Ángeles Márquez Guzmán[1], Beatriz Adriana Andrade Espinoza[2], Martín Daniel Nieves Juárez[1], Mónica Gabriel Romo Rodríguez[1], Elida Lizeth Barba González[1], Katia Alcalá Barbosa[1], María Fernanda Yáñez Acosta[1].

[1]Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Los Altos, Departamento de Clínicas.
[2]Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
martin.njuarez@academicos.udg.mx

RESUMEN

Los hábitos de succión no nutritiva, como el uso de chupón o la succión digital, pueden considerarse normales hasta los tres años. Su persistencia se ha relacionado con factores psicológicos como el estrés, la inseguridad o la falta de atención parental. La presión constante generada por estos hábitos puede causar maloclusiones como mordida abierta, mordida cruzada y protrusión de incisivos. El objetivo de este estudio fue identificar la asociación entre los hábitos de alimentación no nutritiva y maloclusiones y anomalías dentomaxilares en niños. En este estudio participaron niños de entre 4 y 12 años que acudieron a consulta al Centro de Atención Médica Integral del Centro Universitario de los Altos. Se aplicaron cuestionarios a los padres o tutores de los niños con antecedentes de hábitos de succión no nutritiva. Los resultados mostraron que un 42% de los participantes tenían hábito de succión digital y 25% recurrían al uso de chupón. Además, del total de participantes con hábitos, 36% presentaron mordida abierta y otro 36% mordida clase II. Por otro lado, 40% de los participantes iniciaron a utilizar chupón entre los 0 y 3 meses y 29% iniciaron con el hábito de succión digital en el mismo período. Adicionalmente, 31% de estos niños recibieron lactancia complementada con fórmula desde el nacimiento, factor que los expuso a la succión no nutritiva desde sus primeros meses de vida. La investigación evidencia una relación directa entre la succión e intensidad de los hábitos de succión no nutritiva y el desarrollo de maloclusiones. Con base en estos hallazgos, se pone de manifiesto la necesidad de generar conciencia en la población sobre la importancia de la salud bucal infantil, así como la necesidad de implementar estrategias preventivas en el ámbito odontológico y familiar.

INTRODUCCIÓN

En etapas tempranas de la vida ocurre el desarrollo del complejo maxilofacial, este se encuentra determinado por una interacción multifactorial que involucra componentes genéticos y ambientales[1]. Los hábitos orales no funcionales, constituyen uno de los principales factores etiológicos de tipo ambiental capaces de alterar el equilibrio neuromuscular del sistema estomatognático[1,2]. Entre los hábitos orales no funcionales que engloban principalmente la succión digital y el uso prolongado de chupón, son considerados biológicamente normales durante los primeros meses de vida[2]. No obstante, la persistencia de estos hábitos más allá del 3 año de vida altera significativamente el desarrollo de los maxilares tanto en sentido transversal como sagital[3]. La severidad de las alteraciones óseas y dentales, está condicionada por la duración diaria del hábito, la frecuencia de ejecución y la intensidad de la fuerza muscular aplicada [1,3]. Cuando la capacidad de adaptación del tejido óseo se ve superada por estos factores, se transita a una entidad patológica[4]. Estas alteraciones poseen relevancia clínica debido a la asociación de estas con anomalías maxilodentales y maloclusiones, tales como mordida abierta anterior, protrusión de incisivos y colapso maxilar con mordida cruzada posterior[3,5] comprometiendo la estética facial y funciones vitales como la masticación, deglución y fonación[5]. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue identificar las causas comunes de los hábitos de succión no nutritiva y determinar su relación con la presencia de maloclusiones y anomalías maxilodentales en pacientes pediátricos.

METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio de tipo observacional, transversal, descriptivo. Participaron pacientes pediátricos que ingresaron al servicio de Odontopediatría del Centro de Atención Médica Integral (CAMI). La edad de los participantes osciló entre 4 y 12 años de edad, con antecedentes de hábitos de succión no nutritiva, acompañados de un padre o tutor con un dispositivo con acceso a internet. Los criterios de selección incluyeron: a) pacientes pediátricos que acudieron al servicio odontológico de CAMI acompañados a la revisión con un padre o tutor. b) Pacientes pediátricos que acudieron al servicio odontológico de CAMI y que no padecían enfermedades incapacitantes. c)Padres/tutores de pacientes pediátricos que acudieron al servicio odontológico de CAMI y que accedieron a contestar el cuestionario y a firmar el consentimiento informado. La recolección de datos se llevará a cabo mediante encuestas en línea. Los resultados fueron analizados en Excel, con técnicas de estadística no paramétrica.

TEORÍA

En la etapa infantil, el sistema estomatognático se encuentra en un estado constante de remodelación ósea, donde la magnitud y dirección de crecimiento del complejo maxilofacial dependen del equilibrio entre las presiones que ejercen la musculatura lingual y los músculos que rodean la boca y buccinadores[1,6]. Los hábitos de succión no nutritiva (SNN) rompen tal equilibrio. Al introducir aditamentos como el chupón o el dedo en la cavidad oral, se genera una presión negativa continua y un descenso forzado de la posición de la lengua[6.] Esta alteración incrementa la actividad del músculo buccinador, ejerciendo una fuerza compresiva lateral sobre el sector posterior del maxilar superior, derivando en un colapso transversal que provoca un paladar con forma ojival[3,6].

Según el tipo específico de succión, es la anomalía maxilodental resultante. Por ejemplo, en la succión digital, el dedo actúa a manera de palanca, la presión que ejerce empuja los incisivos superiores hacia el vestíbulo (proinclinación), mientras que los incisivos inferiores son lingualizados (retroinclinación)[4,7].Este desplazamiento dental a nivel de incisivos, produce un incremento del espacio horizontal interincisivo (overjet)[7]. De esta manera, el impedimento físico de contacto interoclusal evita la erupción completa de los dientes anteriores, provocando una mordida abierta anterior [3,7].

El diagnóstico oportuno a través de la ortodoncia interceptiva y la odontopediatría es esencial. Eliminar el hábito antes de la finalización del crecimiento sutural permite, en su mayoría, la autocorrección de las deformidades óseas leves, evitando intervenciones ortodónticas complejas o abordajes quirúrgicos maxilofaciales en la etapa adulta[2,4].

RESULTADOS

Los resultados mostraron que un 42% de los participantes tenían hábito de succión digital y 25% recurrían al uso de chupón (Figura 1).

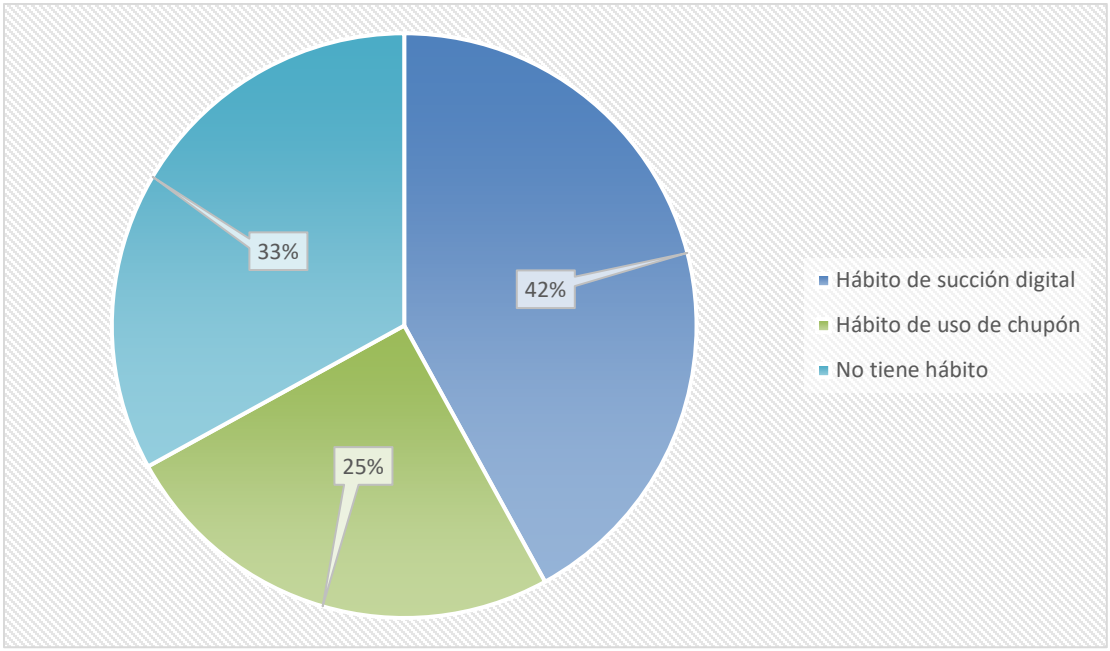


Figura 1. Hábitos identificados en la población de estudio

Además, del total de participantes con hábitos, 36% presentaron mordida abierta y otro 36% mordida clase II (Figura 2).

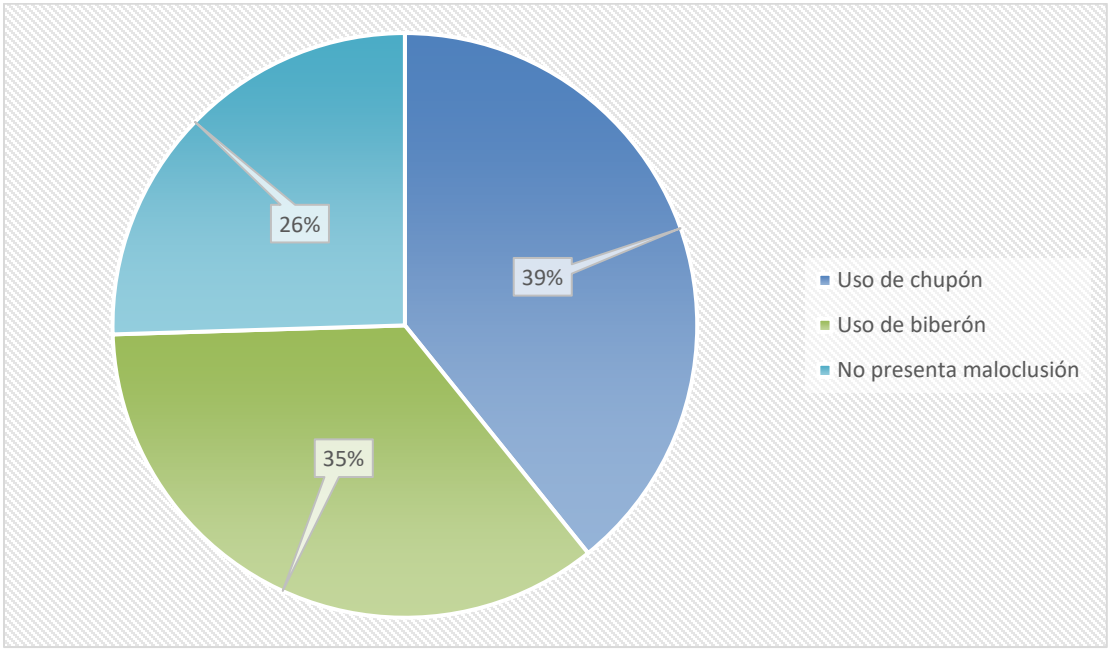


Figura 2. Maloclusiones identificadas en participantes que presentan hábitos de succión no nutritiva

Por otro lado, 40% de los participantes iniciaron a utilizar chupón entre los 0 y 3 meses y 29% iniciaron con el hábito de succión digital en el mismo período. Adicionalmente, 31% de estos niños recibieron lactancia complementada con fórmula desde el nacimiento, factor que los expuso a la succión no nutritiva desde sus primeros meses de vida (Figura 3).

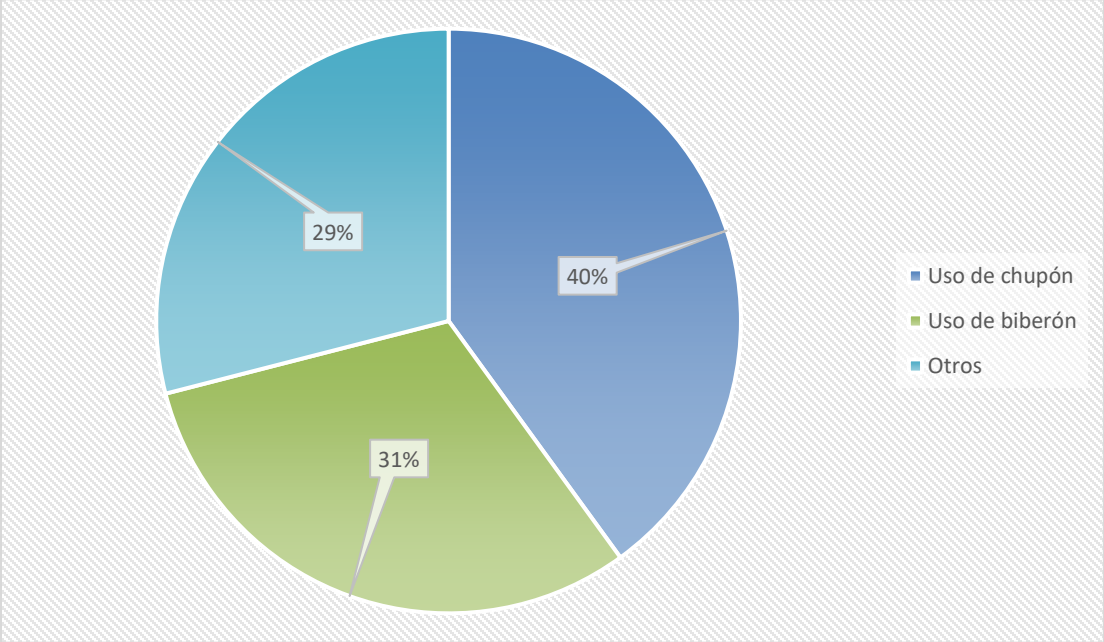


Figura 3. Factores predisponentes para el desarrollo de hábitos de succión no nutritiva en los primeros meses de vida

CONCLUSIÓN

La investigación evidencia una relación directa entre la succión e intensidad de los hábitos de succión no nutritiva y el desarrollo de maloclusiones. Con base en estos hallazgos, se pone de manifiesto la necesidad de generar conciencia en la población sobre la importancia de la salud bucal infantil, así como la necesidad de implementar estrategias preventivas en el ámbito odontológico y familiar.

BIBLIOGRAFÍA

1. J. A. Dean, "McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent", Elsevier Health Sciences, 11a ed., Vol. 1, 2021, pp. 384-412.
2. S. M. Bishara, "Textbook of Orthodontics", W.B. Saunders Company, Vol. 1, 2001, pp. 84-97.
3. J. F. C. Graber, R. L. Vanarsdall y K. W. L. Vig, "Orthodontics: Current Principles and Techniques", Mosby Elsevier, 5a ed., Vol. 1, 2012, pp. 125-148.
4. L. R. Padró y M. M. Sardiñas, "Hábitos deformantes bucales y maloclusiones en pacientes pediátricos", Revista Cubana de Estomatología, Vol. 56, No. 2, 2019, pp. 118-130.
5. P. S. Casamassimo, H. W. Fields, D. J. McTigue y A. Nowak, "Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence", Saunders Elsevier, 5a ed., Vol. 1, 2013, pp. 440-456.
6. M. O. Melink, V. Vagner, S. Hocevar y M. Ovsenik, "Non-nutritive sucking habits and उनके relationship with malocclusions in the primary dentition: a prospective longitudinal study", European Journal of Orthodontics, Vol. 33, No. 3, 2011, pp. 244-250.
7. A. D. J. Warren, S. A. Levy y B. Broffitt, "Non-nutritive sucking behaviors in relation to the development of malocclusions in the primary dentition", American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Vol. 127, No. 1, 2005, pp. 45-52.

EFECTO DEL TRATAMIENTO CON METFORMINA SOBRE LA COGNICIÓN, CONDUCTA Y TAMAÑO CEREBRAL EN RATAS WISTAR CON DM2

Raziel Alejandro Arias Sánchez[1*], Luz Torner Aguilar[2] y Bertha Fenton Navarro[3**]

[1,3] Laboratorio de Glicobiología y Farmacognosia. División de estudios de Posgrado. Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, [2] Centro de Investigaciones Biomédicas IMSS-Michoacán.

*raziel.alejandro.arias@umich.mx, **bertha.fenton@umich.mx .

RESUMEN

La diabetes mellitus (DM) es una de las enfermedades metabólicas de mayor prevalencia a nivel mundial. La DM tipo 2 (DM2) representa aproximadamente el 95% de los casos. Según la Federación Internacional de la Diabetes, México ocupa el octavo lugar con mayor número de personas con DM. Además de las complicaciones metabólicas clásicas, la DM se asocia con alteraciones neuropsicológicas, entre ellas el deterioro cognitivo y estados de ansiedad. La glucotoxicidad crónica altera la función biológica de múltiples órganos, incluido el cerebro, donde el hipocampo destaca por su alta vulnerabilidad. El hipocampo es esencial para la memoria, el aprendizaje, las emociones y la neurogénesis; sin embargo, la DM provoca disminución celular, aumento de la muerte neuronal y alteraciones del volumen cerebral. En México, la metformina (Met) es el tratamiento farmacológico de primera línea para la DM2. Sus mecanismos incluyen mayor captación de glucosa en tejidos insulino-dependientes, reducción de la gluconeogénesis hepática e inhibición de la vía mTOR lo que favorece la homeostasis glucémica. No obstante, sus posibles efectos neuroprotectores sobre la cognición y la morfología cerebral siguen siendo poco esclarecidos. Por ello, se evaluó si la administración crónica de Met modula la conducta ansiosa, la memoria y las reducciones cerebrales inducidas por DM2. El proyecto cuenta con número de aprobación del Comité de Ética en Investigación, Investigación y Bioseguridad (CEIIB-UMSNH-250-2025). Se utilizaron ratas Wistar divididas en tres grupos (n=8): control sano (control), diabéticas (DM2) y diabéticas tratadas con Met (DM+Met). La DM2 se indujo mediante la administración ad libitum de fructosa al 60% durante seis semanas. Posteriormente, la Met se administró por vía oral durante 13 semanas. La conducta ansiosa se evaluó mediante el laberinto en cruz elevado (EPM), determinando el porcentaje de entradas y el tiempo en brazos abiertos. La memoria no espacial y espacial se analizó mediante las pruebas de reconocimiento de objetos novedosos (NOR) y desplazamiento de objetos (DOR), respectivamente, calculando el índice de discriminación (ID). Tras la eutanasia con pentobarbital (NOM-062-1999), los cerebros fueron extirpados para determinar el peso, la longitud y la anchura mediante una balanza analítica y un calibrador Vernier. Los animales DM2 mostraron una reducción significativa del porcentaje de tiempo y número de entradas en los brazos abiertos en el EPM, lo que indica una mayor conducta ansiosa. Asimismo, presentaron una disminución significativa del ID en NOR y DOR, lo que evidencia deterioro de la memoria no espacial y espacial. Morfológicamente, se observó una disminución del peso y de las dimensiones cerebrales respecto al grupo control. En contraste, el grupo DM+Met exhibió un mayor porcentaje de entradas y de tiempo en EPM, así como ID mayores en las pruebas NOR y DOR, comparados con el grupo DM2. Estos hallazgos demuestran que la administración crónica de Met atenúa el deterioro cognitivo y la ansiedad inducidos por DM2, preservando la memoria, el aprendizaje y la integridad morfométrica cerebral demostrando un papel neuroprotector de la Met, posiblemente asociado a la reducción del daño hipocampal y al retraso de las alteraciones estructurales inducidas por la hiperglucemia crónica.

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica de alta prevalencia que no solo afecta los tejidos periféricos, sino que también induce graves alteraciones estructurales y funcionales en el sistema nervioso central (SNC). A nivel cerebral, la hiperglucemia persistente y la resistencia a la insulina desencadenan procesos patológicos críticos, tales como el estrés oxidativo,

la disfunción mitocondrial y la neuroinflamación crónica. Estas alteraciones impactan negativamente áreas vulnerables como el hipocampo y la corteza cerebral, traduciéndose clínicamente en un deterioro progresivo de la cognición y en la manifestación de conductas asociadas a la ansiedad o la depresión (Pintana *et al.,* 2012). Asimismo, la cronicidad de la DM2 se ha vinculado firmemente con una pérdida progresiva de la densidad neuronal y atrofia tisular, lo que impacta directamente reduciendo el tamaño y volumen cerebral general. La metformina (Met) es el fármaco de primera elección a nivel mundial para el control glucémico de la DM2 (Drzewoski *et al*., 2021). Más allá de sus efectos clásicos de sensibilización a la insulina en el hígado y tejido muscular, diversas investigaciones han demostrado que posee la capacidad de ejercer efectos sobre el SNC (Li *et al*., 2022). En modelos animales, particularmente en ratas Wistar, el tratamiento con Met ha exhibido propiedades neuroprotectoras prometedoras que actúan de manera independiente a su función hipoglucemiante periférica (Zhou *et al*., 2022). A nivel molecular, la Met es capaz de activar la vía de la proteína quinasa activada por AMP (AMPK), restaurar el potencial de membrana mitocondrial y modular positivamente la expresión de factores neurotróficos esenciales, mitigando la muerte celular programada. A pesar de estos hallazgos preclínicos, los efectos exactos de la Met sobre la estructura macromolecular del cerebro y ciertas variables conductuales en modelos murinos diabéticos continúan mostrando discrepancias en la literatura científica (Hafizova *et al*., 2025). Mientras algunos estudios sugieren que el tratamiento prolongado estimula la neurogénesis, restaura el aprendizaje espacial y detiene la pérdida de volumen encefálico (Li *et al*., 2022), otros reportan un impacto nulo o limitado bajo regímenes de dietas hipercalóricas persistentes (Pintana *et al*., 2012). Por consiguiente, existe la necesidad imperiosa de profundizar en la evaluación integral de este fármaco sobre la microestructura cerebral. El propósito de este trabajo de investigación es evaluar el efecto de la administración subcrónica del tratamiento con Met sobre la cognición, la conducta y el tamaño cerebral en ratas Wistar con DM2, aportando evidencia crucial sobre su viabilidad terapéutica como agente neuroprotector frente al deterioro neurológico originado por el desorden metabólico y sus efectos secundarios adversos.

TEORÍA

Diabetes mellitus tipo 2 y sus efectos sobre la cognición y cerebro

La diabetes mellitus (DM) es una de las enfermedades metabólicas más abundantes en todo el mundo, afectando al 2.8% de la población mundial y se proyecta que alcance el 4.4% para 2030 (Alam *et al*., 2023). Se ha estimado que la esperanza de vida de individuos con DM se reduce de 5 a 10 años. En las últimas tres décadas, la prevalencia de la diabetes de tipo 2 (DM2) ha aumentado drásticamente en países de todos los niveles de ingresos, con cifra actual estimada en más de 588.7 millones de personas con DM. La DM2 es el tipo más común de esta enfermedad, ya que representa hasta un 95% de los casos. El desafío para la sociedad y los sistemas de salud es enorme, debido al costo económico y la pérdida de calidad de vida para quienes padecen DM y sus familias. De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes, México es el octavo país con mayor número de diabéticos en el mundo (FID, 2025). En México, el INEGI estimó que, hasta el mes de noviembre del 2025, la DM fue la segunda causa de muerte en el país con 112,577 fallecimientos (INEGI, 2025). La diabetes y sus complicaciones son parte del grupo de enfermedades crónico degenerativas no transmisibles. Esta enfermedad aparece cuando el páncreas no produce la hormona anabólica de insulina suficiente o cuando el organismo (células) no la utilizan eficazmente (resistencia a la insulina), provocando hiperglucemia, donde los mecanismos pueden asociarse con un aumento de la producción de glucosa en el hígado y disminución de la captación de glucosa en el tejido insulino-dependiente (Yu *et al*., 2024). A su vez, los efectos combinados de la insulina y la hiperglucemia para promover la eliminación de la glucosa dependen de tres mecanismos estrechamente acoplados, en los cuales se puede trabajar para el tratamiento y prevención de la DM2; 1) supresión de la producción de glucosa endógena (principalmente hepática); 2) estimulación de la captación de glucosa por los tejidos insulino-dependientes, a través de la acción de la insulina (Bahramsoltani *et al*., 2021; Feng *et al*., 2024); y 3) síntesis adecuada de insulina e inhibición de la resistencia a la insulina (Feng *et al*., 2024).

La DM altera la función biológica de muchos órganos del cuerpo debido a la glucotoxicidad crónica, modificando numerosas vías en el metaboloma biológico. Durante el desarrollo y la progresión de la DM, muchas vías se regulan positivamente en un intento de manejar el aumento de glucosa en el cuerpo (Yan, 2018), provocando graves daños en el sistema nervioso central (SNC), que es una red compleja de estructuras especializadas (encéfalo, médula espinal y nervios) que controlan y regulan el funcionamiento de los diversos órganos y sistemas, coordinando su interrelación y cambios en la relación del organismo con el medio externo e interno, evaluando esta información y respondiendo a través de cambios en músculos o glándulas (Tan *et al*., 2016). Además, la hiperglucemia promueve la apoptosis al desencadenar la acumulación de ROS y calcio intracelular en las neuronas, así como elevando la concentración de ácido láctico, un producto de la vía anaeróbica que desencadena el estrés en el cerebro (Demir *et al*., 2021).

La hiperglucemia produce efectos nocivos en los sistemas fisiológicos, tal como la neuropatía diabética (ND) que es la complicación más común y problemática de la DM, que genera la mayor morbilidad y mortalidad en pacientes con DM. Dada la alteración de la función biológica de muchos órganos debido a la glucotoxicidad crónica, se provocan graves daños en el SNC, tomando especial interés en el cerebro, donde el hipocampo es la región más sensible a la DM. El hipocampo es una estructura cerebral dentro de la zona ventricular constituida por tres zonas distintas: el giro dentado (GD), Cornu Ammonis (CA) y el subículo. El hipocampo forma parte del sistema límbico con un papel fundamental en la memoria, aprendizaje espacial, comportamientos emocionales, etc. El hipocampo actúa como un indicador de memoria, almacenando información y recuperándola cuando sea necesario (Rababa'h *et al*., 2019; Camacho-Ugarte *et al*., 2020; Ye *et al*., 2021).

El deterioro cognitivo, es una complicación de la DM, que incluye ansiedad, demencia y alteración de la memoria y el aprendizaje. Las personas con DM tienden a desarrollar 1.5 veces más deterioro cognitivo y riesgo de demencia en comparación con personas sin la enfermedad. La hiperglucemia tiene efectos nocivos sobre las neuronas provocando apoptosis y en consecuencia daño neuronal que es la base del deterioro cognitivo (Zhang *et al*., 2020**;** Demir *et al*., 2021). Además, la hiperglucemia puede inducir daño oxidativo al aumentar la producción de radicales libres y reducir los mecanismos de defensa antioxidantes (Rababa'h *et al*., 2019). Estudios demuestran que la DM disminuye las células granulares, la proliferación y aumenta la muerte neuronal en CA1-CA3 y el GD. Cualquier factor que altere el equilibrio entre la proliferación/muerte neuronal, como la diabetes, puede resultar en un deterioro de la memoria, el aprendizaje y alteración de la conducta (Saedi *et al*., 2016, Chukwuma *et al*., 2019). La ansiedad y la depresión son trastornos psiquiátricos presentes 2-3 veces más en pacientes con DM, debido a que la hiperglucemia induce inflamación, estrés oxidativo y apoptosis en el hipocampo, provocando alteraciones de neurotransmisores, neurotrofinas, mecanismos de señalización celular, además de aumentar la degradación del triptófano, que al ser un precursor de la serotonina, se disminuye, aumentando todos estos factores la ansiedad y la depresión (Berge y Riise, 2015; Franquez *et al*., 2023).

Estudios han relacionado directamente las alteraciones del volumen cerebral con el funcionamiento cognitivo, provocando la desaceleración de la velocidad de procesamiento de la información, la reducción de la atención, puntuaciones más bajas de las subpruebas de coeficiente intelectual, un control metabólico deficiente, reflejado por la hiperglucemia crónica, mayor resistencia a la insulina, eventos hipoglucémicos y mayor duración de la enfermedad, lo que sugiere que la exposición a largo plazo a los factores de riesgo relacionados con la DM es especialmente dañina para el cerebro. La reducción en el volumen cerebral es comparable con 3-5 años de envejecimiento normal, siendo hasta tres veces más que la tasa de atrofia del envejecimiento normal. La pérdida de tejido cerebral se refleja más claramente en la zona de los ventrículos, lo que indica que la atrofia asociada a la DM2 es más pronunciada en las regiones que rodean los ventrículos (como el hipocampo). Por lo tanto, la DM2 está asociada con alteraciones en disminuciones en el volumen cerebral (Ramos-Rodríguez *et al*., 2013; 2014; Biessels y Reijmer, 2014; Musen *et al*., 2018).

Metformina y su mecanismo de acción en la célula

Hay varios medicamentos comerciales disponibles para el tratamiento de la DM2, en México el tratamiento de primera línea son las biguanidas, como la metformina (Met) que brinda una mayor absorción de glucosa en tejidos insulino-dependientes, una reducción de la producción de glucosa hepática, inhibición de la rapamicina en la vía mTOR e incrementa la liberación de incretinas, mejorando la homeostasis de la glucosa (Yang *et al*., 2019; Ahmed *et al*., 2020).

Como derivado de la biguanida, la metformina se aisló de los extractos de la planta lila francesa (*Galega officinalis*) en la década de 1920. Posteriormente, la Met fue aprobada para el tratamiento de la diabetes mellitus en Europa y Canadá en 1957 y en los EE. UU. en 1995 (Li *et al*., 2022). La Met disminuye la hiperglicemia al suprimir la producción de glucosa por el hígado (gluconeogénesis hepática). El tratamiento con Met reduce este índice en periodos de uso prolongado. El mecanismo molecular de la Met es principalmente la inhibición de la cadena respiratoria mitocondrial (complejo I), la activación de la AMPK, la inhibición de la elevación de AMP cíclico (AMPc) inducida por glucagón y la consecuente inactivación de la proteína quinasa A (PKA) y la inhibición del glicerofosfato deshidrogenasa. La AMPK es capaz de detectar niveles bajos de ATP a través de la v-ATPasa, cambiar las células de un estado anabólico a uno catabólico**.** La Met entra a la célula por medio del canal SLC22A1, al inhibir el complejo I en la cadena respiratoria mitocondrial se imposibilita la producción normal de ATP para disposición de la célula, lo cual incrementa la concentración de AMP citosólico. El AMP celular incrementado promueve la inhibición del AMP cíclico inducido por glucagón y por ende la activación de la PKA, dependiente de la actividad del adenilato ciclasa (Fig. 1). Como consecuencia, se promueven los mecanismos antes explicados de la AMPK; la metformina y otras biaguanidas antagonizan la acción del glucagón, reduciendo los niveles de glucosa durante el ayuno, provocando un incremento en la secreción de péptido similar a glucagón 1 (GLP-1), mejorando en metabolismo de la glucosa dentro del organismo. Estos efectos en conjunto generan la característica pérdida de peso del diabético bajo tratamiento farmacológico (Ortíz-Vilchis, 2016; Li *et al*., 2022).

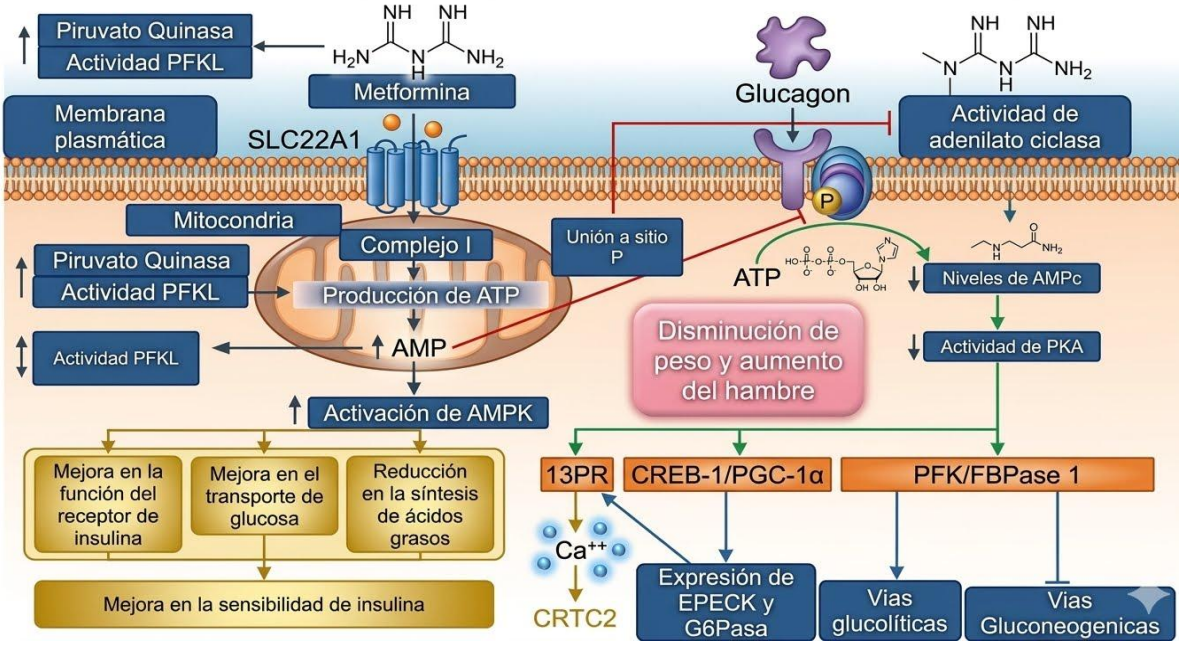


Figura 1. Mecanismo de acción de la metformina dentro de la célula.
Simulación celular de una situación de estrés celular al bloquear el complejo I mitocondrial de la cadena respiratoria, incrementando los niveles de AMP citosólico, permitiendo la activación de la AMPK y la redirección del metabolismo celular a vías catabólicas, concomitante a la inhibición de funciones anabólicas. PFKL; Fosfofructocinasa hepática, EPECK; Fosfoenolpiruvato carboxilasa,

G6Pasa; Glucosa 6-fosfato, CREB; Proteína de unión al elemento de respuesta de AMPc (Ortíz-Vilchis, 2016).

A diferencia de la mayoría de los fármacos modernos, la metformina se deriva, por lo tanto, de un producto natural utilizado en la medicina herbaria y no fue diseñada para actuar sobre una vía o mecanismo de enfermedad en particular. Un estudio reciente de tomografía por emisión de positrones (PET) demostró que la Met oral se concentra en gran medida en los intestinos, el hígado, los riñones y la vejiga (lo que refleja su vía de eliminación), con una acumulación lenta en el músculo. Tradicionalmente se cree que la Met actúa sobre el hígado para mejorar los niveles de glucosa en sangre, y varias líneas de evidencia lo respaldan. Dado que la gluconeogénesis es un proceso que consume mucha energía (seis equivalentes de ATP por molécula de glucosa sintetizada), los hepatocitos necesitan equilibrar la demanda de ATP con el suministro, que proviene principalmente de las mitocondrias. La Met se acumula en las mitocondrias hasta alcanzar concentraciones 1000 veces mayores que en el medio extracelular, porque la Met tiene carga positiva y los potenciales de membrana a través de la membrana plasmática y la membrana interna mitocondrial (positiva en el exterior) impulsan la Met hacia el interior de la célula y posteriormente hacia las mitocondrias. Como ya se describió antes la acción mitocondrial de la Met más estudiada es la inhibición del Complejo I de la cadena respiratoria, lo que suprime la producción de ATP (Rena *et al*., 2017). Luego, se inhibe la síntesis de AMP cíclico (cAMP) inducida por glucagón y se activa la AMPK. La AMPK es capaz de detectar niveles bajos de ATP a través de la v-ATPasa, cambiar las células de un estado anabólico a uno catabólico, promover la biogénesis mitocondrial y regular la autofagia. La activación de AMPK mediada por Met conduce a la disminución de la actividad del acetil CoA carboxilasa (ACC), induce la oxidación de ácidos grasos e inhibe la expresión de enzimas lipogénicas. En una vía dependiente de AMPK, la Met promueve la producción de la proteína del socio heterodímero pequeño (SHP) y mejora la resistencia hepática a la insulina regulando la gluconeogénesis y la sensibilidad a la insulina. La Met inhibe la expresión de genes gluconeogénicos estimulando la fosforilación de CREB (el cual dentro de las células cerebrales desencadena efectos neuroprotectores) e incrementa la síntesis de enzimas glucolíticas. Además, la activación de AMPK inducida por Met inhibe la señalización del complejo 1 del objetivo mecanicista de la rapamicina (mTORC1) mediante la supresión directa de Raptor, un componente clave de mTORC1 (Li *et al*., 2022; Arias-Sánchez *et al*., 2023).

Metformina y sus efectos en el cerebro

Los trastornos neurológicos son la segunda causa principal de muerte en todo el mundo. Las estrategias terapéuticas actuales no han tenido mucho éxito en el tratamiento de estos trastornos: una combinación de la mayoría de los fármacos del sistema nervioso central (SNC) que se dirigen a los síntomas en lugar de a la etiología, una falta de fármacos seguros y eficaces, y dificultades en el desarrollo clínico de fármacos (Gribkoff *et al*., 2017). Y los fármacos para la diabetes, incluida la Met, pueden ser fármacos potenciales para el tratamiento de los trastornos neurológicos, proporcionando nuevas ideas para sus tratamientos. Encontrar nuevos usos para fármacos antiguos es un tema de gran interés actualmente, y se ha informado en estudios clínicos y en animales que la Met ejerce efectos neuroprotectores en muchos trastornos neurológicos. Las neuronas son las células principales del cerebro. La comunicación entre neuronas a través de las sinapsis es fundamental para las funciones cerebrales, y sus defectos se han relacionado con numerosos trastornos neurológicos. La transmisión sináptica anormal, la desregulación neuronal y la neuroinflamación cerebral son manifestaciones patológicas comunes de estos trastornos (Li *et al*., 2022).

La barrera hematoencefálica (BHE) es una interfaz compleja y dinámica, lograr una penetración de la BHE es un gran desafío para el tratamiento de las enfermedades del SNC, donde la Met administrada por vía oral puede atravesar la BHE y acumularse en la estructura del SNC. Se ha informado que la Met regula la expresión de proteínas anormales en el cerebro mediante la autofagia. La autofagia es un proceso de degradación lisosomal para recuperar componentes celulares obsoletos y eliminar orgánulos dañados y agregados de proteínas. Las neuronas son más vulnerables a las mutaciones genéticas relacionadas con la autofagia debido a su amplio citoplasma axonal y la falta de mitosis. Sin una autofagia eficaz, las neuronas acumulan agregados de proteínas

ubiquitinadas y finalmente se degeneran. En la compleja red de vías reguladoras de la autofagia, las vías de señalización de mTORC y AMPK sirven como nodos centrales, integrando las señales metabólicas y los estados energéticos de las células. La Met mejoró significativamente la muerte celular inducida por H_2O_2 al restaurar las especies reactivas de oxígeno (ROS) intracelulares anormales, la lactato deshidrogenasa y el potencial de membrana mitocondrial a través de la activación de AMPK en células neuronales y neuronas primarias del hipocampo. Considerando que la Met desempeña un papel neuroprotector al corregir la respiración mitocondrial y mejorar el estrés oxidativo a través de diversos mecanismos complejos (Fig. 2) (Li *et al*., 2022).

Los astrocitos representan aproximadamente el 30% de las células del SNC de los mamíferos y son las células más abundantes del SNC. Las funciones de los astrocitos incluyen principalmente la regulación del flujo sanguíneo cerebral, el mantenimiento de la homeostasis de los neurotransmisores y la regulación del metabolismo sináptico y el soporte neurotrófico (Liddelow y Barres, 2015). Se ha demostrado que la Met inhibe la astrogliosis (activación de los astrocitos en respuesta a estrés) reactiva en muchos modelos de lesiones del SNC, debido a que la Met reduce el estrés del retículo endoplasmático y la inflamación inducidos por la alta concentración de glucosa en astrocitos. La Met inhibe la activación microglial en general, y la reactividad inmune de marcadores proinflamatorios y antiinflamatorios (Fig. 2) (Li *et al*., 2022).

La Met puede mejorar la transmisión sináptica, afectando los circuitos neuronales y regulando el equilibrio excitatorio/inhibitorio en las redes neuronales. Las sinapsis son la estructura especial entre neuronas que posibilita la comunicación entre ellas. Son el componente fundamental del funcionamiento de las redes neuronales. Los neurotransmisores se liberan desde los axones presinápticos hacia la hendidura sináptica, donde se unen a los receptores de las membranas postsinápticas y los activan para transmitir señales. La regulación de la eficiencia de la transmisión sináptica entre neuronas, dependiente de la actividad y a menudo denominada plasticidad sináptica, desempeña un papel esencial en el desarrollo y la función cerebral, principalmente en el aprendizaje y la memoria (Takeuchi *et al*., 2014). Recientemente, se ha reconocido la disfunción sináptica como la base de algunos trastornos neurológicos, además que la diabetes puede causar alteraciones en estos mecanismos desencadenando, a su vez trastornos (Zhang *et al*., 2020; Arias-Sánchez *et al*., 2023). La Met, como fármaco potencial para el tratamiento de algunos trastornos neurológicos, está siendo reconocida gradualmente por su papel en la regulación de la transmisión y la plasticidad sináptica. La Met puede promover la inserción en la membrana del receptor GABA y mejorar la función del neurotransmisor sináptico inhibitorio y las corrientes postsinápticas microinhibitorias en neuronas. Además, la toxicidad excitatoria del glutamato en células deficientes en nutrientes fue atenuada después del tratamiento con Met, mediada en parte por la regulación negativa de AMPK y la posterior reducción de la autofagia. De manera similar, la Met inhibe directamente la excitotoxicidad neuronal inducida por glutamato al regular la autofagia y la fosforilación de MAPK. Por lo tanto, la Met puede afectar las sinapsis glutamatérgicas y GABAérgicas regulando directamente la cantidad de neurotransmisores liberados y cambiando el nivel de expresión de los receptores en la membrana postsináptica. De la misma forma, el tratamiento con Met redujo la proteína de densidad postsináptica-95 (PSD-95) y redujo significativamente el número de grupos inmunorreactivos superpuestos de sinapsina I presináptica y proteínas PSD-95 postsinápticas, lo que sugiere una pérdida general de botones sinápticos. Así mismo, la Met reguló positivamente la expresión del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) al aumentar la acetilación de histonas del promotor de BDNF, lo que se atribuye a la activación de AMPK y CREB (Fig. 2) (Fang *et al*., 2020; Li *et al*., 2022; Hafizova *et al*., 2025). Lo que a su vez sugiere que la Met puede activar distintas vías neurotróficas y por lo tanto mejorar procesos como la neurogénesis, la memoria, el aprendizaje y disminuir la conducta ansiosa y depresiva (Pintana *et al*., 2012; Drzewoski *et al*., 2021; Arias-Sánchez *et al*., 2023; Hafizova *et al*., 2025). Esto aunado al control metabólico de la glucosa dentro del organismo y sus efectos secundarios benéficos.

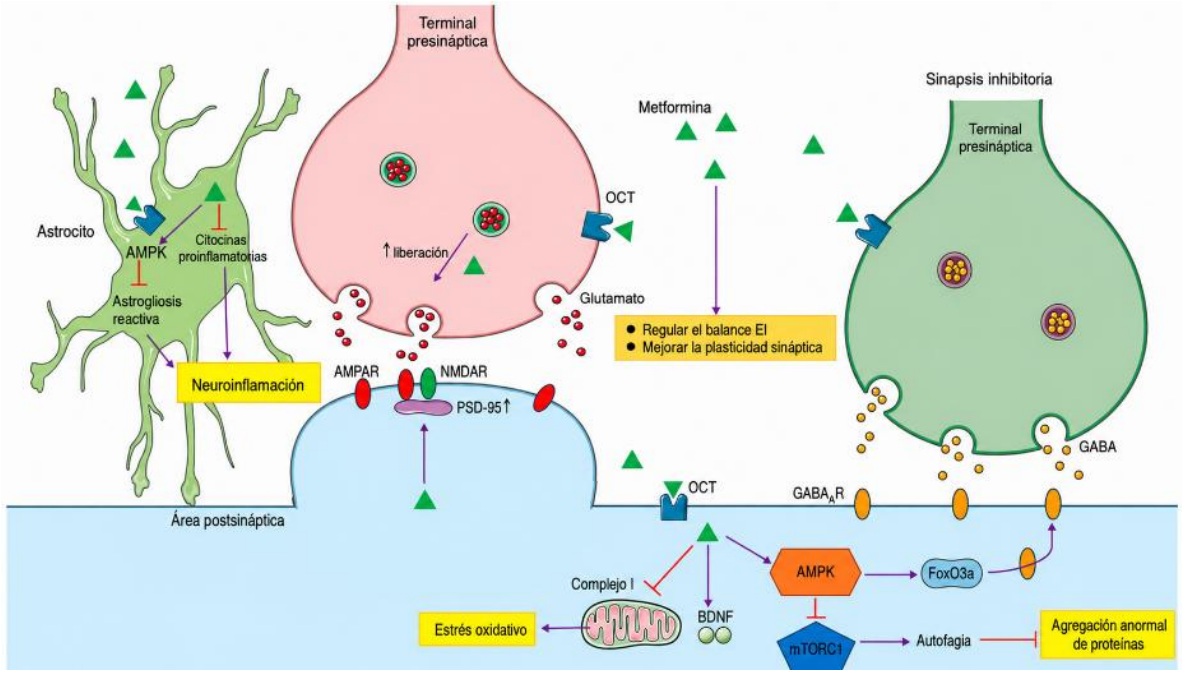


Figura 2. Mecanismos potenciales subyacentes a las acciones de la metformina en el cerebro. En las neuronas, la Met regula la autofagia mediante la vía de señalización AMPK/mTORC1 para aliviar la agregación anormal de proteínas. Además, la Met disminuye el estrés oxidativo regulando la homeostasis mitocondrial. En los astrocitos, la Met suprime la neuroinflamación al inhibir la proliferación reactiva de astrocitos y los factores proinflamatorios. En la transmisión sináptica, la Met puede regular el equilibrio excitatorio/inhibitorio regulando directamente la cantidad de liberación de neurotransmisores presinápticos o alterando el nivel de expresión de los receptores en la membrana postsináptica. La Met mejora significativamente los defectos morfológicos sinápticos y aumenta la plasticidad sináptica en diversas condiciones patológicas. AMPAR, receptor de glutamato de tipo AMPA; NMDAR, receptores NMDA; FoxO3a, factor de transcripción FoxO3a; GABA, ácido gamma-aminobutírico; $GABA_A$ R, receptor GABA tipo A (Modificado de: Li *et al*., 2022).

PARTE EXPERIMENTAL

Previo al inicio de la parte experimental, el proyecto fue sometido a evaluación y aprobado por el Comité de Ética en Investigación, Investigación y Bioseguridad (CEIIB-UMSNH-250-2025).

- **Animales:** Se utilizaron ratas macho de la cepa Wistar de 200-250 g. las cuales se mantuvieron en jaulas de acrílico bajo condiciones controladas de luz-oscuridad (12h/12h) y temperatura (25 ± 2°C), con suministro de alimento y agua ad libitum. Los procedimientos experimentales se realizaron de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM 062-ZOO-1999) de especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Los grupos de ratas empleados fueron ratas control sanas, ratas diabéticas sin tratamiento (DM2) y ratas diabéticas administradas con metformina (DM+Met) (n=8).

- **Inducción de DM2**: Ratas macho con un peso ≥100 g, al tiempo del destete (día 21 después de nacer) se administraron con fructosa al 60% ad libitum durante 6 semanas. Se consideraron diabéticos si su concentración de glucemia era mayor de 100 mg/dL a las 6 semanas posteriores a la administración de fructosa, y presentaban un peso corporal ≥200 g (Dupas *et al*., 2016).

- **Administración oral crónica de la metformina:** La metformina y la solución salina (grupos control) fueron administrados por vía oral con una cánula de alimentación animal de 16 G (NOM-062-ZOO-1999). La dosis administrada de Met fue de 100 mg por kilogramo de peso del animal disuelta en agua estéril (Cheng *et al*., 2006) durante 13 semanas para que ser considerada una

administración de tipo crónico como determina la guía de la OECD. Las ratas control sanas y control diabéticas fueron administradas con agua estéril de manera crónica para asemejar este estrés en las ratas.

- **Pruebas de conducta:** La prueba de laberinto en cruz elevado (EPM) evalúa el comportamiento similar a la ansiedad. El laberinto consta de brazos abiertos (con luz) y brazos cerrados (luz baja), cruzados en el medio perpendicularmente entre sí, y un área central. A las ratas se les dio acceso a todos los brazos y se les permitió moverse libremente entre ellos. Los porcentajes del número entradas en los brazos abiertos y el tiempo pasado en los brazos abiertos se utilizaron como índices de ansiedad (Komada *et al*., 2008). Esta prueba se realizó con ratas aclimatadas, las ratas fueron colocadas durante 5 minutos sobre el laberinto en cruz sobre el eje central con orientación hacia uno de los brazos cerrados, donde se evaluó las entradas a los brazos abiertos, así como el tiempo que las ratas se mantuvieron tanto en los brazos abiertos como en los cerrados, con el programa Plusmaze. Después de probar cada rata, se limpiará el laberinto para evitar olores residuales previos. Las sesiones fueron grabadas con una cámara de vídeo sobre el laberinto.

  La prueba de reconocimiento de objetos nuevos (NOR) se llevó a cabo en una caja de madera cuadrada con viruta, con paredes altas que carece de señales espaciales polarizadas, en la que un día previo a la prueba las ratas se introdujeron para que explorarán y se familiarizarán con la caja (evitando estrés o variación el día de la prueba) durante 10 minutos. Al día siguiente en la sesión de entrenamiento o muestra, la rata exploró dos objetos idénticos dentro de la caja durante 10 minutos. Una vez completada la sesión de muestra, el animal se retiró de la caja durante una hora, durante la cual se consolida la memoria del objeto. Para la siguiente sesión de prueba, se ingresó a la rata a la misma caja, que ahora contuvo un objeto de los de la sesión de muestra y un objeto novedoso, como prueba de recuperación de la memoria a corto plazo del objeto. Esta sesión de prueba se evaluó durante 5 minutos. Las ratas exploraron los objetos utilizando múltiples sentidos (olfato y tacto), tomando como tiempo de exploración cuando la rata olfateaba a menos de 2 cm los objetos. En cada fase de la prueba los objetos fueron sanitizados para evitar que tuvieran olores residuales. Se considera que una exploración baja durante la sesión de prueba es indicativa de una memoria de objetos deteriorada y por lo tanto un hipocampo lesionado (Cohen y Stackman, 2015). Se registró el tiempo dedicado a explorar cada objeto y el tiempo total de exploración durante la sesión de prueba. El índice de discriminación (DI) de objetos nuevos se calculó como el tiempo dedicado a explorar el objeto nuevo, dividido por el tiempo total dedicado a explorar ambos objetos.

  La prueba de desplazamiento de objetos (DOR) sirve para evaluar la disfunción en la memoria topográfica y aprendizaje espacial, mediada por el hipocampo. La prueba consistió en introducir a la rata en una caja como la descrita anteriormente con dos objetos idénticos los cuales la rata exploró por igual, además se colocaron fuera de la caja dos objetos visibles para que la rata pudiera observar y de esta manera ubicara los objetos dentro de la caja con respecto a los objetos fuera de la caja. Se dejo que la rata explorará bajo estas condiciones 10 minutos los objetos y después fue retirada de la caja. A continuación, se realizó el cambio de lugar de uno de los objetos dentro de la caja. Una hora después se introdujo a la rata en la caja, y se evaluó la exploración de la rata a ambos objetos durante 5 minutos. Las ratas sin daño en su memoria topográfica y aprendizaje espacial debieron notar el cambio del objeto con respecto a los objetos fuera de la caja, esta prueba fue igualmente evaluada con el índice de discriminación (DI) (Havolli *et al*., 2017).

- **Determinación de peso y volumen cerebral**: Las ratas se eutanasiaron con una dosis letal de pentobarbital sódico de 150 ml/kg (NOM 062-ZOO-1999) y posteriormente fueron extirpados los cerebros. Una vez obtenidos los cerebros, se realizó un corte a la altura del cerebelo para evitar variaciones entre los pesos, se tomaron medidas con un calibrador Vernier de lo largo y ancho del cerebro completo. Posteriormente, se determinó el peso neto de los cerebros en una balanza analítica (peso neto cerebral). Estos parámetros nos indican si existe o no una reducción de tamaño en el cerebro causada por la DM (Ramos-Rodríguez *et al*., 2014) y ver el efecto que

tiene la Met. Además, se calculó la relación peso cerebral-peso corporal. Para calcular este parámetro se utilizó el cociente del peso en miligramos del cerebro entre el peso corporal de la rata en gramos.

RESULTADOS

La prueba de laberinto en cruz elevado (EPM, por sus siglas en inglés) se usó para medir el comportamiento similar a la ansiedad y el comportamiento exploratorio natural en las ratas. Donde se puede observar que las ratas administradas con Met tuvieron una conducta más ansiosa que en las ratas control, ya que existió una disminución significativa tanto en el porcentaje de tiempo como en el porcentaje de entradas en los brazos abiertos ($P<0.01$ y $P<0.001$), respectivamente. Sin embargo, en el caso de las ratas diabéticas sin tratamiento se observa un aumento de la conducta ansiosa debido al bajo porcentaje de tiempo y entradas en los brazos abiertos, esto en comparación con el grupo tratado con Met como con el grupo control (Fig. 3).

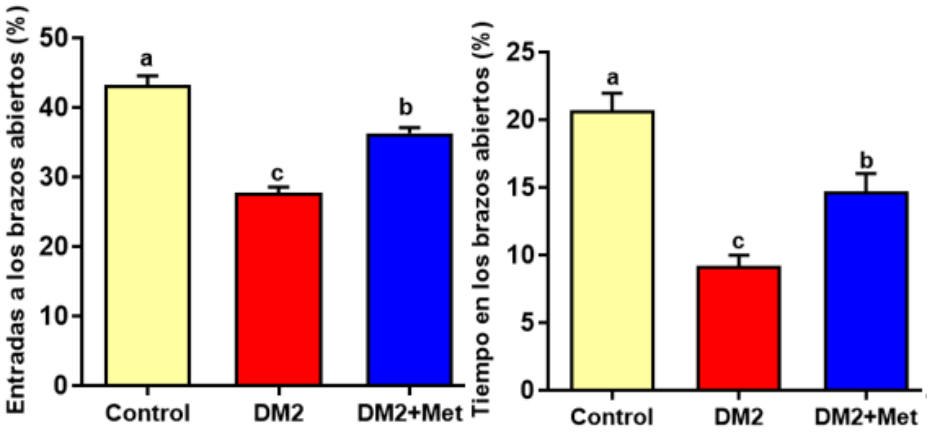


Figura 3. Prueba de laberinto en cruz elevado.
Los datos representan la media ± EE (n=8) y las letras indican diferencias significativas obtenidas de un análisis de varianza (ANOVA) Tukey *post hoc* diferencia mínima significativa ($P\leq 0.05$).

Mediante la prueba de reconocimiento de objetos nuevos (NOR, por sus siglas en inglés), se evaluó la memoria y aprendizaje de las ratas, donde se observó que las ratas tratadas con Met tuvieron un aumento significativo en el índice de discriminación (DI) en comparación con las ratas diabéticas sin tratamiento lo que nos indica que el tratamiento con la Met inhibe los daños provocados por la DM2 en la memoria a corto plazo y aprendizaje no espacial y por lo tanto en el hipocampo. No obstante, las ratas tratadas con Met no alcanzaron una restauración total de la memoria, al seguir mostrando un DI significativamente menor en comparación con el grupo de ratas control. Mientras que las ratas diabéticas mostraron diferencia significativa ($P<0.0001$) en comparación con todos los tratamientos, teniendo un índice de discriminación ligeramente arriba 0.5, lo que nos indica que las ratas están reconociendo con dificultad el objeto cambiado, por lo tanto, presentan una memoria a corto plazo y aprendizaje deteriorado provocado por la DM2 (Fig. 4).

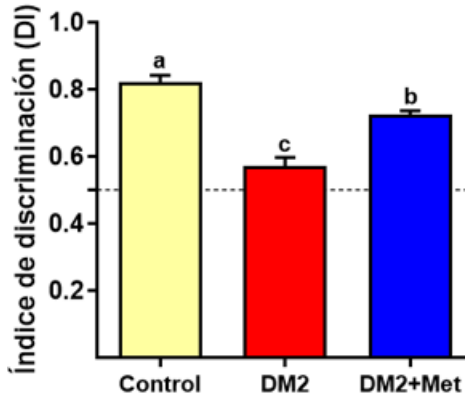


Figura 4. Prueba de reconocimiento de objetos novedosos.
Los datos representan la media ± EE (n=8) y las letras indican diferencias significativas obtenidas de un análisis de varianza (ANOVA) Tukey *post hoc* diferencia mínima significativa (P≤ 0.05). La línea punteada indica un DI de 0.5.

En la prueba de desplazamiento de objetos (DOR, por sus siglas en inglés) con la que se evaluó la disfunción en la memoria topográfica y aprendizaje espacial mediado por el hipocampo en las ratas, se observó que las ratas diabéticas tratadas con Met tuvieron un aumento significativo del ID en comparación con el grupo de ratas diabéticas sin tratamiento. Indicándonos que las ratas diabéticas tratadas con la Met mejoraron su estado de salud o bien presentan una reducción en el daño de la memoria y aprendizaje espacial, sin llegar a un estado "normal" de estos aspectos, ya que este grupo de ratas tratado con Met no fue capaz de dejar de presentar diferencias significativas en el DI comparado con el grupo control sano. Las ratas diabéticas sin tratamiento presentaron un DI bajo con diferencia significativa (P<0.0001) respecto a los demás tratamientos, incluso por debajo de 0.5 del DI, indicándonos que las ratas no reconocen el objeto que fue cambiado de lugar, considerándose una disfunción de la memoria topográfica y aprendizaje espacial deteriorado como consecuencia de la DM2 (Fig. 5).

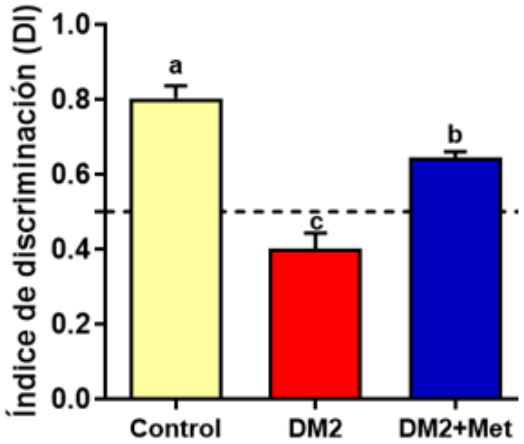


Figura 5. Prueba de desplazamiento de objetos**.**
Los datos representan la media ± EE (n=8) y las letras indican diferencias significativas obtenidas de un análisis de varianza (ANOVA) Tukey *post hoc* diferencia mínima significativa (P≤ 0.05). La línea punteada indica un DI de 0.5.

Dadas las reducciones regionales en el volumen cerebral por causa de la DM2 se decidió evaluar la relación de peso cerebral de las ratas por gramo de peso corporal (Fig. 6 A). No se observó diferencia significativa en la relación peso cerebral - peso corporal de los grupos respecto al control. Esto probablemente se deba a que las reducciones del tamaño cerebral van de la mano de las reducciones de peso como síntomas o efectos adversos propios de la DM2. También se muestran los pesos netos de los cerebros de las ratas en cada tratamiento (Fig. 6 B), donde las ratas diabéticas tratadas con Met no tuvieron diferencias significativas respecto al grupo control, en el caso de las

ratas diabéticas sin tratamiento se mostró una reducción significativa (P= 0.0034) en el peso cerebral neto respecto a los demás tratamientos, indicándonos que el tratamiento con Met inhibe las reducciones en el peso cerebral de las ratas con DM2.

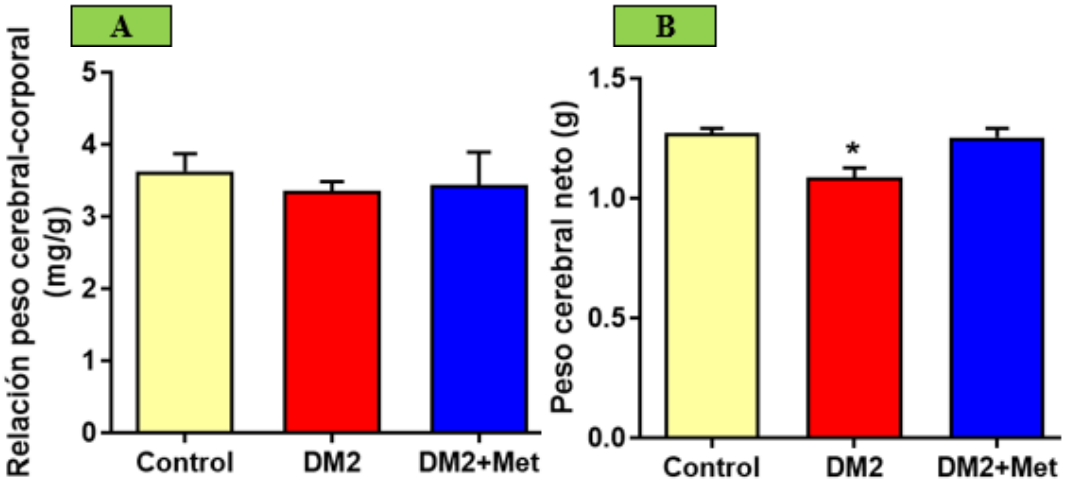


Figura 6. Peso cerebral de ratas macho diabéticas con los diferentes tratamientos.
(A) Relación de peso cerebral de las ratas por gramo de peso corporal. **(B)** Peso neto cerebral de las ratas con diferentes tratamientos. Los datos representan la media ± EE (n=8). Los asteriscos (*) indican diferencias significativas respecto al grupo control, obtenidas de un análisis de varianza (ANOVA) Tukey *post hoc* diferencia mínima significativa (P≤ 0.05).

Además de determinar el peso cerebral también se realizaron mediciones del largo y ancho de los cerebros de las ratas con ayuda de un calibrador Vernier, donde se encontró que únicamente las ratas diabéticas sin tratamiento tuvieron una disminución significativa tanto en el largo (P= 0.0336) como en el ancho (P<0.0001) cerebral, respecto al grupo de ratas control como consecuencia de la DM2 (Fig. 7 A). Mientras que en el largo y ancho de los cerebros no se encontraron diferencias significativas de las ratas diabéticas tratadas con Met en comparación con el control. Interpretando estos resultados, se puede decir que el tratamiento con Met puede estar inhibiendo las reducciones cerebrales provocas por la DM2. Se muestran fotografías representativas de los cerebros de cada uno de los tratamientos (Fig. 7 B).

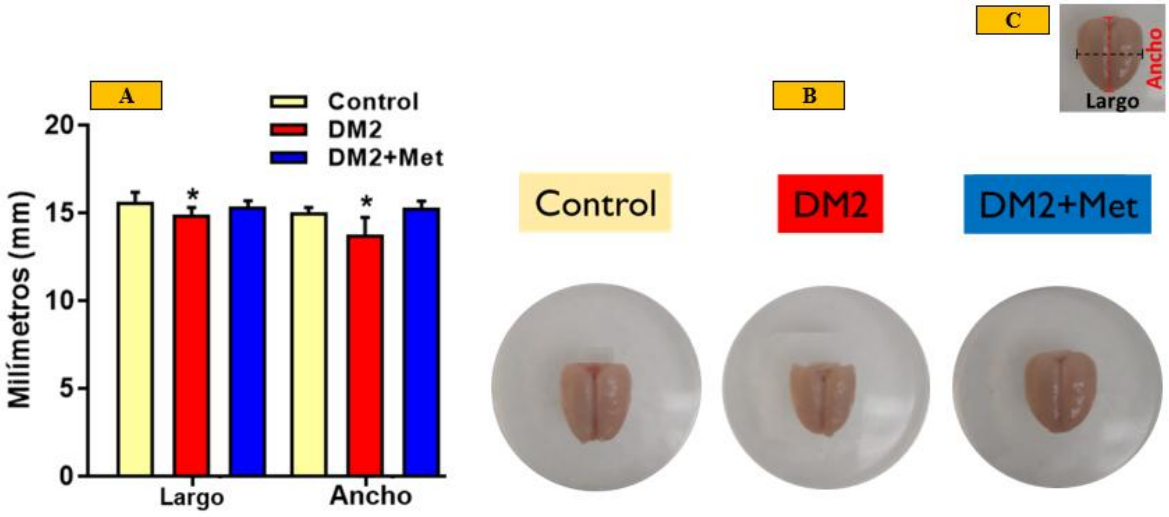


Figura 7. (A) Volumen cerebral calculado con un calibrador Vernier. Los datos representan la media ± EE (n = 8); los asteriscos (*) indican diferencias significativas con respecto al grupo control. ANOVA

post hoc de Tukey (P ≤ 0,05). **(B)** Fotografías representativas de los cerebros. **(C)** Representación de la toma de mediciones cerebrales.

CONCLUSIONES

Estos hallazgos demuestran que la administración crónica de Met atenúa el deterioro cognitivo y la ansiedad inducidos por DM2, preservando la memoria, el aprendizaje y la integridad morfométrica cerebral, lo que evidencia un papel parcialmente neuroprotector de la Met, posiblemente asociado a la reducción del daño en las diferentes células cerebrales, en el hipocampo y al retraso de las alteraciones estructurales en el cerebro inducidas por la hiperglucemia crónica.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. J. Ahmed, S. R. Majeed and H. M. Obaid, “Biochemistry and Molecular Cell Biology of Diabetic Complications”, Syst. Rev. Pharm., Vol. 11, 11, 2020, pp. 850–860.
2. A. M. Rababa'h, A. N. Mardini, K. H. Alzoubi, M. A. Ababneh and R. Y. Athamneh, “The effect of cilostazol on hippocampal memory and oxidative stress biomarkers in rat model of diabetes mellitus”, Brain Res., Vol. 1715, 2019, pp. 182–187. DOI: 10.1016/j.brainres.2019.03.025.
3. A. Z. Hafizova, E. V. Valeeva, D. O. Nikitin, R. I. Moustafine, A. V. Nikitina and I. I. Semina, “The effect of metformin on behavioral characteristics and Bdnf gene expression of old rats with sex differences”, Res. Results Pharmacol., Vol. 11, 4, 2025, pp. 155–161. DOI: 10.18413/rrpharmacology.11.856.
4. C. F. Demir, M. Balduz, İ. Taşcı and T. Kuloğlu, “Protective effect of pregabalin on the brain tissue of diabetic rats”, Diabetol. Int., Vol. 12, 2, 2021, pp. 207–216. DOI: 10.1007/s13340-020-00476-0.
5. C. I. Chukwuma, M. G. Matsabisa, M. A. Ibrahim, O. L. Erukainure, M. H. Chabalala and M. S. Islam, “Medicinal plants with concomitant anti-diabetic and anti-hypertensive effects as potential sources of dual acting therapies against diabetes and hypertension: A review”, J. Ethnopharmacol., Vol. 235, 2019, pp. 329–360. DOI: 10.1016/j.jep.2019.02.024.
6. C. Ortiz-Vilchis, “El papel de la AMPK en el organismo, su activación durante el ejercicio y su potencial como modelo para el desarrollo de fármacos miméticos en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo II”, Rev. Med. Invest., 2016.
7. E. Havolli, M. D. Hill, A. Godley and P. J. Goetghebeur, “Spatial recognition test: A novel cognition task for assessing topographical memory in mice”, J. Psychopharmacol., Vol. 31, 6, 2017, pp. 653–659. DOI: 10.1177/0269881117704987.
8. E. Saedi, M. R. Gheini, F. Faiz and M. A. Arami, “Diabetes mellitus and cognitive impairments”, World J. Diabetes, Vol. 7, 17, 2016, pp. 412–422. DOI: 10.4103/2008-7802.178531.
9. Federación Internacional de Diabetes, “Atlas de la diabetes de la Federación Internacional de Diabetes”, 11th Ed., 2025.
10. G. J. Biessels and Y. D. Reijmer, “Brain changes underlying cognitive dysfunction in diabetes: what can we learn from MRI?”, Diabetes, Vol. 63, 7, 2014, pp. 2244–2252. DOI: 10.2337/db14-0348.
11. G. Musen, L. J. Tinsley, K. A. Marcinkowski, D. Pober, J. K. Sun, M. Khatri and H. A. Keenan, “Cognitive function deficits associated with long-duration type 1 diabetes and vascular complications”, Diabetes Care, Vol. 41, 8, 2018, pp. 1749–1756. DOI: 10.2337/dc17-1955.
12. G. Rena, D. G. Hardie and E. R. Pearson, “The mechanisms of action of metformin”, Diabetologia, Vol. 60, 9, 2017, pp. 1577–1585. DOI: 10.1007/s00125-017-4342-z.
13. H. K. Yang, S. H. Lee, J. Shin, Y. H. Choi, Y. B. Ahn, B. W. Lee, E. J. Rhee, K. W. Min and K. H. Yoon, “Acarbose Add-on Therapy in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus with Metformin and Sitagliptin Failure: A Multicenter, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study”, Diabetes Metab. J., Vol. 43, 3, 2019, pp. 287–301. DOI: 10.4093/dmj.2018.0054.
14. H. Pintana, N. Apaijai, W. Pratchayasakul, N. Chattipakorn and S. C. Chattipakorn, “Effects of metformin on learning and memory behaviors and brain mitochondrial functions in high fat diet

induced insulin resistant rats", Life Sci., Vol. 91, 11–12, 2012, pp. 409–414. DOI: 10.1016/j.lfs.2012.08.017.
15. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, "Informe de estadísticas de defunciones registradas (EDR)", 2025.
16. J. Drzewoski and M. Hanefeld, "The Current and Potential Therapeutic Use of Metformin-The Good Old Drug", Pharmaceuticals (Basel), Vol. 14, 2, 2021, pp. 122. DOI: 10.3390/ph14020122.
17. J. Dupas, C. Goanvec, A. Feray, A. Guernec, C. Alain, F. Guerrero and J. Mansourati, "Progressive induction of type 2 diabetes: effects of a reality-like fructose enriched diet in young Wistar rats", PLoS One, Vol. 11, 1, 2016, pp. e0146821. DOI: 10.1371/journal.pone.0146821.
18. J. J. Ramos-Rodríguez, O. Ortiz, M. Jimenez-Palomares, K. R. Kay, E. Berrocoso, M. I. Murillo-Carretero, G. Perdomo, T. Spires-Jones, I. Cozar-Castellano, A. M. Lechuga-Sancho and M. Garcia-Alloza, "Differential central pathology and cognitive impairment in pre-diabetic and diabetic mice", Psychoneuroendocrinology, Vol. 38, 11, 2013, pp. 2462–2475. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2013.05.010.
19. J. J. Ramos-Rodríguez, S. Molina-Gil, O. Ortiz-Barajas, M. Jimenez-Palomares, G. Perdomo, I. Cozar-Castellano and M. Garcia-Alloza, "Central proliferation and neurogenesis is impaired in type 2 diabetes and prediabetes animal models", PLoS One, Vol. 9, 2, 2014, pp. e89229. DOI: 10.1371/journal.pone.0089229.
20. J. T. Cheng, C. C. Huang, I. M. Liu, T. F. Tzeng and C. J. Chang, "Novel mechanism for plasma glucose-lowering action of metformin in streptozotocin-induced diabetic rats", Diabetes, Vol. 55, 3, 2006, pp. 819–825. DOI: 10.2337/diabetes.55.03.06.db05-0934.
21. L. I. Berge and T. Riise, "Comorbidity between Type 2 Diabetes and Depression in the Adult Population: Directions of the Association and Its Possible Pathophysiological Mechanisms", Int. J. Endocrinol., Vol. 2015, 2015, pp. 164760. DOI: 10.1155/2015/164760.
22. L. J. Yan, "Redox imbalance stress in diabetes mellitus: role of the polyol pathway", Anim. Models Exp. Med., Vol. 1, 1, 2018, pp. 7–13. DOI: 10.1002/ame2.12001.
23. L. Zhou, X. Chen, B. Yu, M. Pan, L. Fang, J. Li, X. Cui, M. Yao and X. Lu, "The effect of metformin on ameliorating neurological function deficits and tissue damage in rats following spinal cord injury: A systematic review and network meta-analysis", Front. Neurosci., Vol. 16, 2022, pp. 946879. DOI: 10.3389/fnins.2022.946879.
24. M. G. Yu, D. Gordin, J. Fu, K. Park, Q. Li and G. L. King, "Protective Factors and the Pathogenesis of Complications in Diabetes", Endocrinol Review., Vol. 45, 2, 2024, pp. 227–252. DOI: 10.1210/endrev/bnad030.
25. M. Komada, K. Takao and T. Miyakawa, "Elevated plus maze for mice", J. Vis. Exp., Vol. 22, 2008, pp. 1088. DOI: 10.3791/1088.
26. N. Li, T. Zhou and E. Fei, "Actions of Metformin in the Brain: A New Perspective of Metformin Treatments in Related Neurological Disorders", Int. J. Mol. Sci., Vol. 23, 15, 2022, pp. 8281. DOI: 10.3390/ijms23158281.
27. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, "Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio", Diario Oficial de la Federación, 1999.
28. R. A. Arias-Sánchez, L. Torner and N. B. Fenton, "Polyphenols and Neurodegenerative Diseases: Potential Effects and Mechanisms of Neuroprotection", Molecules, Vol. 28, 14, 2023, pp. 5415. DOI: 10.3390/molecules28145415.
29. R. Bahramsoltani, M. H. Farzaei, M. Ram, S. Nikfar and R. Rahimi, "Bioactive Foods and Medicinal Plants for Cardiovascular Complications of Type II Diabetes: Current Clinical Evidence and Future Perspectives", Evid. -Based Complement. Altern. Med., Vol. 2021, 2021, pp. 6681540. DOI: 10.1155/2021/6681540.
30. R. T. Franquez, I. M. de Souza and C. C. Bergamaschi, "Interventions for depression and anxiety among people with diabetes mellitus: Review of systematic reviews", PLoS One, Vol. 18, 2, 2023, pp. e0281376. DOI: 10.1371/journal.pone.0281376.
31. S. Alam, M. Sarker, T. Sultana, M. N. Chowdhury, M. A. Rashid, N. I. Chaity, C. Zhao, J. Xiao, E. E. Hafez, S. A. Khan and I. N. Mohamed, "Antidiabetic Phytochemicals From Medicinal Plants: Prospective Candidates for New Drug Discovery and Development", Front. Endocrinol. (Lausanne), Vol. 13, 2023, pp. 800714. DOI: 10.3389/fendo.2022.800714.

32. S. J. Cohen and R. W. Stackman Jr., “Assessing rodent hippocampal involvement in the novel object recognition task: A review”, Behav. Brain Res., Vol. 285, 2015, pp. 105–117. DOI: 10.1016/j.bbr.2014.08.002.
33. S. Liddelow and B. Barres, “SnapShot: Astrocytes in Health and Disease”, Cell, Vol. 162, 2015, pp. 1170. DOI: 10.1016/j.cell.2015.08.029.
34. S. Ye, D. J. Xie, P. Zhou, H. W. Gao, M. T. Zhang, D. B. Chen and G. M. Shen, “Huang-Pu-Tong Qiao Formula Ameliorates the Hippocampus Apoptosis in Diabetic Cognitive Dysfunction Mice by Activating CREB/BDNF/TrkB Signaling Pathway”, Evid.-Based Complement. Altern. Med., Vol. 2021, 2021, pp. 5514175. DOI: 10.1155/2021/5514175.
35. S. Zhang, R. Xue and R. Hu, “The neuroprotective effect and action mechanism of polyphenols in diabetes mellitus related cognitive dysfunction”, Eur. J. Nutr., Vol. 59, 4, 2020, pp. 1295–1311. DOI: 10.1007/s00394-019-02078-2.
36. T. Takeuchi, A. J. Duszkiewicz and R. G. Morris, “The synaptic plasticity and memory hypothesis: Encoding, storage and persistence”, Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., Vol. 369, 2014, pp. 20130288. DOI: 10.1098/rstb.2013.0288.
37. V. Camacho-Ugarte, C. A. Bastida and S. G. Zarate, “Estudio anatómico del hipocampo como una de las regiones de neurogénesis más relevante”, Rev. Cient. Cienc. Méd., Vol. 23, 2, 2020, pp. 221–230.
38. V. K. Gribkoff and L. K. Kaczmarek, “The need for new approaches in CNS drug discovery: Why drugs have failed, and what can be done to improve outcomes”, Neuropharmacology, Vol. 120, 2017, pp. 11–19. DOI: 10.1016/j.neuropharm.2016.03.021.
39. X. Tan, P. Fang, J. An, H. Lin, Y. Liang, W. Shen, X. Leng, C. Zhang, Y. Zheng and S. Qiu, “Micro structural white matter abnormalities in type 2 diabetic patients: a DTI study using TBSS analysis”, Neuroradiology, Vol. 58, 12, 2016, pp. 1209–1216. DOI: 10.1007/s00234-016-1752-4.
40. Y. Feng, Y. Ren, X. Zhang, S. Yang, Q. Jiao, Q. Li and W. Jiang, “Metabolites of traditional Chinese medicine targeting PI3K/AKT signaling pathway for hypoglycemic effect in type 2 diabetes”, Front. Pharmacol., Vol. 15, 2024, pp. 1373711. DOI: 10.3389/fphar.2024.1373711.

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ESTRÉS Y LA ELECCIÓN ALIMENTARIA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Odeeth Martinez Tobar, Jorge Aguirre Galindo, Evelyn Briseño Elizondo, César Ramos García, Carlos Pelayo Gervacio, Beatriz Andrade Espinoza, Miriam Méndez del Villar

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
beatriz.andrade@academicos.udg.mx

RESUMEN

Se ha identificado que la población estudiantil, en particular la universitaria, presenta altos niveles de estrés. Este fenómeno se ha vinculado directamente con un decremento en la calidad de la dieta. Se ha observado que a medida que la puntuación de estrés incrementa, disminuye el consumo de alimentos nutritivos[1]. En este sentido, se ha reportado que universitarios relacionan el consumo de alimentos altos en calorías y poco saludables con emociones positivas y placenteras[2]. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar si existe relación entre el nivel de estrés y la elección alimentaria en población universitaria de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Se realizó un estudio transversal analítico donde participaron 73 estudiantes de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Para evaluar el nivel de estrés se aplicó la escala de estrés percibido EEP-10, mientras que el tipo de alimentos consumidos se determinó a través de un cuestionario. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS V26.0. Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de las variables cuantitativas. Además, se realizó la prueba de chi cuadrada para evaluar la asociación entre los niveles de estrés percibido y las preferencias alimentarias, así como la prueba ANOVA para la evaluación de las diferencias del puntaje de estrés. En el estudio se observó que, en relación con el sexo, las mujeres mostraron un nivel de estrés significativamente mayor al de los hombres. Se demostró que las mujeres tienden a demostrar una preferencia por alimentos picantes con respecto a los hombres, y que la preferencia por este tipo de alimentos tiende a aumentar en los participantes con mayor estrés percibido. Por otro lado, la mayor parte de los participantes mostró preferencia por alimentos grasos cuando se sentía estresada, independientemente del nivel de este. En conclusión, dada la relación entre el nivel de estrés y la preferencia de consumo de alimentos grasos en esta población universitaria, se recomienda implementar estrategias de alimentación consciente y manejo del estrés para prevenir desequilibrios nutricionales y reducir el riesgo de enfermedades asociadas a una dieta inadecuada y al estrés elevado.

INTRODUCCIÓN

Se ha identificado que la población estudiantil, en particular la universitaria, presenta altos niveles de estrés. Este fenómeno se ha vinculado directamente con un decremento en la calidad de la dieta. Algunas investigaciones han reportado que a medida que la puntuación de estrés incrementa, disminuye el consumo de alimentos nutritivos. Esto se relaciona con una disminución en la ingesta calórica y un aumento en el consumo de azúcar[1]. En este sentido, se ha reportado que universitarios relacionan el consumo de alimentos altos en calorías y poco saludables con emociones positivas y placenteras[2]. Esto es ratificado por un estudio concentrado en población china, donde se identificó una prevalencia de AE negativa hasta en el 52.7% de los estudiantes[3].

Además, se ha reportado que los cambios en el ritmo de vida de estudiantes universitarios pueden afectar las elecciones dietéticas y los hábitos alimentarios, esto puede repercutir en la integridad de la salud mental en algunos estudiantes, provocando un incremento en los niveles de estrés, ansiedad, depresión, trastornos alimenticios y otras afecciones relacionadas; estos son relacionados a el sentimiento de culpa que puede presentarse posterior al consumo de alimentos en grandes cantidades o de bajo valor nutricional[3]. Estas conductas aunadas al desarrollo de opciones alimentarias poco saludables durante el periodo universitario pueden conducir a un aumento en el

peso corporal, enfermedades crónicas asociadas y conductas de salud riesgosas, como el abuso de sustancias[4]. Asimismo, es relevante resaltar que la obesidad no es un problema de índole estético, sino un precursor de afecciones cardiovasculares, causantes de la pérdida de una vida larga y de calidad de la misma[5].

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar si existe relación entre el nivel de estrés y las elecciones alimentarias en población universitaria de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

TEORÍA

Diversos estudios han observado una asociación entre las conductas alimentarias con un carácter emocional y actitudes y preferencias alimentarias poco saludables. Es importante comprender que la alimentación es un proceso voluntario, consciente y educable mediante el cual seleccionamos, preparamos e ingerimos alimentos, este proceso depende de la educación, costumbres, factores culturales, hábitos alimentarios, disponibilidad de alimentos y nivel económico. Mientras que, las elecciones alimentarias se refieren a las decisiones que tomamos sobre qué comer y beber, influenciadas por factores como la cultura, la religión, la economía, la educación, el medio ambiente y las preferencias personales[6]. Y aunque estos términos podrían resultar similares, es necesario diferenciarlos de los hábitos alimentarios; pues estos se refieren a una acción aprendida mediante repetición; estos son adquiridos a lo largo de la vida y tienen una significativa influencia en la alimentación. En la formación de hábitos alimenticios influyen factores diversos como lo son: el clima, la cultura, la región, las costumbres, la religión, la educación, entre otros[7].

Sin embargo, se ha hecho relevante un nuevo concepto: la alimentación emocional (AE). Esta ha sido considerada una nueva perspectiva de las conductas alimentarias; se relaciona con comer como respuesta ante emociones negativas: ansiedad, depresión, estrés, ira y soledad, buscando enfocar su atención en los alimentos y la ingesta a manera de evadir dichas emociones[7].

El psiquiatra americano Stunkard identificó tres principales conductas alimentarias; el síndrome del comedor nocturno, el atracón y comer sin saciedad. En sus estudios se estableció el estrés como un factor importante y desencadenante de la hiperfagia. Desde esta perspectiva, Stunkard establece la sobreingesta como una vía inconsciente de resolución de conflictos y malestares[8]. Frente a este descubrimiento se han establecido teorías en torno al origen de la alimentación emocional.

PARTE EXPERIMENTAL

Universo de trabajo

Este estudio se llevó a cabo con estudiantes de nivel universitario de distintos centros educativos dentro del estado de Jalisco, siendo partícipes principalmente los distintos centros pertenecientes a la Universidad de Guadalajara, y contando con la participación de algunas universidades privadas: Universidad Tecnológica de Guadalajara (UTEG), Universidad Tecnológica de México (UNITEC) Y Universidad del Valle de México (UVM).

Tamaño de la muestra, tipo de muestreo y criterios de selección

El tamaño de muestra fue determinado mediante la fórmula básica $(Z2)(p)(1-p)/\delta 2$, utilizando como parámetros un nivel de confianza del 95%, una Z con valor de 1.96, basado en una $p = 0.023$ y un margen de error de 0.05; obteniendo una muestra total de 35 personas; sin embargo, la muestra total considerada en este estudio fue de 73, estas fueron seleccionadas de forma aleatoria mediante una convocatoria de participación en redes sociales. Los criterios de inclusión fueron ser estudiante universitario de entre 18 a 25 años.

Diseño del estudio

Se diseñó un estudio de tipo transversal analítico para determinar si existe relación entre los niveles de estrés presentes en la población universitaria y las elecciones alimentarias de los estudiantes.

Instrumento y procedimientos
Se solicitó a los participantes que respondieran de manera digital un cuestionario autoadministrado que se encontraba conformado por cuatro secciones: en la primera sección se solicitaron algunos datos sociodemográficos, entre ellos edad, sexo, centro universitario al que pertenecían y si estaban de acuerdo en participar en esta encuesta. En la segunda fase se aplicó la Escala de Estrés Percibido (EEP-10); en la tercera parte se aplicó un cuestionario sobre las elecciones alimentarias en periodos de estrés. Finalmente, en la cuarta parte del cuestionario se preguntó por su carga horaria académica y laboral.

Consideraciones éticas
Todos los participantes firmaron digitalmente un consentimiento informado. Durante el proceso de consentimiento, se aseguró que los participantes comprendieran que los datos recopilados serían utilizados únicamente con fines de investigación académica. No se les solicitó información personal que permitiera su identificación. Asimismo, se garantizó que la participación fuera completamente voluntaria, permitiéndoles abandonar el estudio o el cuestionario en cualquier momento sin repercusiones. Se cuidó especialmente el manejo sensible de la información, dado que el estudio aborda temas relacionados con la salud mental y las elecciones alimentarias influenciadas por el estrés.

Cuestionarios aplicados
Cuestionario EEP-10
La escala de estrés es una herramienta de autorreporte compuesta por 10 ítems, es uno de los autoinformes más aplicados en la actualidad para medir el grado de control que las personas tienen sobre las circunstancias naturales de la vida o se ven desbordadas por ellas.

Cuestionario sobre elecciones alimentarias
En este cuestionario se preguntó: "¿Cuándo se siente estresado? ¿Qué tipo de alimentos prefieres consumir?", ofreciendo opciones de respuesta de los diferentes alimentos más reportados en estudios previos: carnes, alimentos ricos en grasa y azúcar, alimentos ricos en grasa y sal, alimentos picantes, alimentos ácidos o la opción de agregar otro tipo de alimentos fuera de esta lista.

Cuestionario sobre trabajo y carga académica
En esta herramienta se les cuestionó a los participantes si es que, además de estudiar, trabajan; si su respuesta es sí, se les solicita un aproximado de horas de trabajo a la semana. Bajo esta misma línea se les consultó cuál era su carga horaria académica.

Análisis estadístico
El análisis estadístico se realizó con el software SPSS V26.0. Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de las variables cuantitativas, lo que permitió optar por pruebas paramétricas para el resto de los análisis. Los estadísticos descriptivos se presentan con media y desviación estándar para las variables cuantitativas, y en frecuencia y porcentaje para las variables cualitativas. Se realizó la prueba de chi cuadrada para evaluar la asociación entre los niveles de estrés percibido y las preferencias alimentarias, así como la prueba ANOVA para la evaluación de las diferencias del puntaje de estrés percibido (EEP-10) entre las distintas variables.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran las características sociodemográficas del total de la población estudiada, (n=73), desglosadas por sexo. El 31.5% de los participantes tenían menos de 20 años; ubicando la mayoría de los participantes dentro del grupo de 20 años y más (68.5%), sin diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres (p=0.100). Con respecto al estrés percibido medido con la escala EEP-10, se observó que la mayor proporción de la muestra presentó niveles moderados de estrés (76.7%), seguida de niveles severos (11.0%) y bajos (12.3%). No se encontraron diferencias significativas entre mujeres y hombres en ninguna de las categorías de estrés (p=0.148), lo cual sugiere que la percepción de estrés es similar entre ambos sexos dentro de

esta población. En relación con las preferencias alimentarias, se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos (p<0.001). Las mujeres mostraron una mayor preferencia por alimentos grasos (66.7%) y picantes (26.7%), mientras que los hombres presentaron una mayor preferencia por alimentos ricos en proteínas/carnes (35.7%). Estas diferencias se confirmaron mediante un análisis post hoc con corrección de Bonferroni, indicando que las elecciones alimentarias difieren de manera significativa entre ambos grupos.

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población de estudio presentadas por sexo (n=73).

	Mujeres	**Hombres**	**Total**	***p****
	n(%)	**n(%)**	**n (%)**	
<20 (n=23)	11 (24.4%)	12 (42.9%)	23 (31.5%)	*P=0.100*
20+ (n=50)	34 (75.6%)	16 (57.9%)	50 (68.5%)	
Estrés percibido (EEP-10)				
Bajo	3 (6.7%)	6 (21.4%)	9 (12.3%)	
Moderado	36 (80%)	20 (71.4%)	56 (76.7%)	*P=0.148*
Severo	6 (13.3%)	2 (7.1%)	8 (11.0%)	
Preferencias Alimentarias				
Proteínas/Carnes	1 (2.2%)	10 (35.7%)**	11 (15.1%)	***P<0.001***
Grasas	30 (66.7%)**	13 (46.4%)	43 (58.9%)	
Picantes	12 (26.7%)**	2 (7.1%)	14 (19.2%)	
Otros	2 (4.4%)	3 (10.7%)	5 (6.8%)	

* Prueba X2 para asociaciones entre características sociodemográficas y sexo, con un valor de significancia de p<0.05

** Método de poshoc de Bonferroni para el análisis entre categorías de las distintas variables, con un valor de significancia de p<0.05

En la Tabla 2 se presenta el puntaje de estrés percibido (EEP-10) según diferentes variables sociodemográficas de la población estudiada. En relación con el sexo, se observó que las mujeres mostraron un puntaje promedio de estrés significativamente mayor (Media=21.13; DE=4.90) en comparación con los hombres (Media=17.54; DE=6.14), diferencia que resultó estadísticamente significativa (p=0.007). Esto sugiere que dentro de esta muestra, las mujeres experimentan niveles más elevados de estrés percibido que los hombres.

Respecto a la edad, los participantes menores de 20 años presentaron un puntaje promedio de 16.91 (DE=5.00), mientras que aquellos de 20 años o más alcanzaron una media de 21.06 (DE=5.49). La diferencia entre ambos grupos fue estadísticamente significativa (P=0.003), indicando que los adultos jóvenes de 20 años o más perciben mayores niveles de estrés en comparación con los menores de 20 años.

En cuanto a las preferencias alimentarias, se observaron variaciones en el puntaje de estrés entre los diferentes grupos; sin embargo, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística (p=0.163). Los participantes que prefirieron alimentos picantes mostraron el puntaje promedio más alto (Media=21.79; DE=4.26), seguidos de quienes eligieron alimentos grasos (Media=20.02; DE=5.33), el grupo “otros” (Media=17.80; DE=6.14) y finalmente aquellos con preferencia por proteínas/carnes (Media=17.00; DE=7.43). Aunque la tendencia sugiere que las personas con mayor puntaje de estrés tienden a preferir alimentos picantes y grasos, estas diferencias no fueron estadísticamente concluyentes.

Tabla 2. Puntaje de escala de estrés percibido (EEP-10) en las diferentes variables sociodemográficas

	Media	**Desviación estándar**	***P****
Sexo			
Hombres (n=28)	17.54	6.14	**0.007**
Mujeres (n=45)	21.13	4.90	
Edad (años)			
<20 (n=23)	16.91	5.00	**0.003**
20+ (n=50)	21.06	5.49	
Preferencias alimentarias			
Proteínas/Carnes (n=11)	17.00	7.43	**0.163**
Grasas (n=43)	20.02	5.33	
Picantes (n=14)	21.79	4.26	
Otros (n=5)	17.80	6.14	

*Prueba ANOVA de una vía para comparación de el puntaje de la escala de estrés percibido por categorías de sexo, edad y preferencias alimentarias. El valor de significancia se establece en $p<0.05$

En conjunto, los resultados indican que el sexo y la edad se relacionan de manera significativa con los niveles de estrés percibido, mientras que las preferencias alimentarias, aunque muestran patrones en donde quienes tienen menor puntaje de estrés son aquellas personas que prefieren las carnes y con mayor estés las que tienen preferencia por picantes; esta relación no es estadísticamente significativa. Se observó que la mayor proporción de la muestra presentó niveles moderados de estrés. Esto solo refuerza lo mencionado por Magni et al. durante un ensayo en 2024[1], donde se menciona que los cambios y ritmos de vida presentes en la vida de los estudiantes universitarios pueden afectar directamente las elecciones dietéticas y hábitos presentes en la vida de estos; esto se ve directamente relacionado con una afección en la salud mental de este sector poblacional, incrementando indudablemente la puntuación de estrés percibido[9].

En relación con las preferencias alimentarias, se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos ($p<0.001$). Las mujeres mostraron una mayor preferencia por alimentos grasos (66.7%) y picantes (26.7%), mientras que los hombres mostraron una mayor preferencia por alimentos ricos en proteínas y carnes (35.7%). Esto puede estar vinculado más allá de diferencias asociadas a factores biológicos. Estudios mencionan que esta diferencia puede asociarse a un conjunto de características socio-culturales presentes en nuestra población, donde la carne y particularmente la carne roja ha sido asociada durante cientos de años a la masculinidad y el estatus[10].

CONCLUSIONES

En conclusión, dada la relación entre el nivel de estrés y la preferencia por el consumo de alimentos grasos en esta población universitaria, se recomienda implementar estrategias de alimentación consciente y de manejo del estrés para prevenir desequilibrios nutricionales y reducir el riesgo de enfermedades asociadas a una dieta inadecuada y a un nivel elevado de estrés.

BIBLIOGRAFÍA

1. O. Magni, P. Detopoulou, E. Frappa, A. Perrea, D. Levidi, V. Dedes, M. Tzoutzou, A. Gioxari y G. Panoutsopoulos, "Eating attitudes, stress, anxiety, and depression in dietetic students and association with body mass index and body fat percent: a cross-sectional study", Diseases, Vol. 12, No. 5, 2024, pp. 108-121.
2. Juárez Loya, "Relación entre las emociones y la alimentación", Gaceta de la Facultad de Medicina de la UNAM, México, 2022.
3. K. Y. P. Sze, E. K. P. Lee, R. H. W. Chan y J. H. Kim, "Prevalence of negative emotional eating and its associated psychosocial factors among urban Chinese undergraduates in Hong Kong: a cross-sectional study", BMC Public Health, Vol. 21, No. 1, 2021, pp. 583.
4. V. M. Vázquez, L. E. Bosques-Brugada, R. M. E. Guzmán-Saldaña, A. Romero-Palencia, K. Reyes-Jarquín y K. Franco-Paredes, "Revisión del constructo y fundamentos teóricos de la alimentación emocional", Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud UAEH, Vol. 8, No. 15, 2019, pp. 255-263.
5. World Health Organization, "Obesidad y sobrepeso", World Health Organization Fact-Sheets, Ginebra, 2025.
6. C. Carvajal, "Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento", Medicina Legal de Costa Rica, Vol. 34, No. 1, 2017, pp. 175-193.
7. C. F. Molina y P. D. Jacobo, "Factores asociados al síndrome metabólico en estudiantes de la UNAM", Psic-Obesidad, Vol. 8, No. 29, 2021.

8. A. Álvarez, M. Hernández, M. Jiménez y A. Durán, "Estilo de vida y presencia de síndrome metabólico en estudiantes universitarios: diferencias por sexo", Revista de Psicología, Vol. 32, No. 1, 2014, pp. 5-25.
9. Office on Women's Health, "Trastorno alimentario compulsivo", U.S. Department of Health and Human Services, EE. UU., 2019.
10. M. D. Marín-Soto, C. D. León-Vielma, N. M. Pérez-Vielma, M. Castillo-Ramírez, Á. Miliar-García y M. M. Murillo-Tovar, "Deseo intenso por alimentos apetecibles: validación y estandarización del Food Craving Questionnaire-Trait en México", Gaceta Médica de México, Vol. 156, No. 1, 2020, pp. 27-33.

VALORACIÓN DEL GESTO DEPORTIVO EN ATLETA DE ALTO RENDIMIENTO EN LA DISCIPLINA DE TIRO OLÍMPICO MEDIANTE SISTEMA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO (VICON)

Lucia Medina Cruz, Luis Ángel Ortiz Lango, Israel Miguel Andrés, Juan Carlos García Valadez, Roberto Abdiel Sánchez Negrete

Centro de Innovación en Tecnologías Competitivas (CIATEC)
lcruz@ciatec.mx

RESUMEN

El tiro olímpico es un deporte que consiste en disparar un arma de fuego o de aire comprimido con el objetivo de alcanzar un blanco, el cual puede ser estático o dinámico. Dicho deporte cuenta con varias modalidades, entre ellas el tiro con pistola de aire comprimido, el cual debe cumplir con ciertos aspectos técnicos y reglamentarios para su ejecución, tales como la distancia de tiro, la altura del blanco y la posición del atleta [1]. El objetivo de este estudio es realizar una valoración biomecánica del gesto deportivo del atleta de alto rendimiento en tiro deportivo con aire comprimido para determinar parámetros biomecánicos con los que se pueda mejorar su rendimiento físico y técnico. La valoración del gesto deportivo se realizó mediante el sistema de captura de movimiento VICON, para lo cual se preparó al atleta colocándole marcadores reflectantes en partes específicas del cuerpo siguiendo las recomendaciones del manual del equipo, posteriormente se evaluó la cinemática del movimiento del brazo durante la ejecución de 60 disparos donde se analizó el movimiento del brazo en los 3 ejes coordenados (X, Y, Z), los tiempos de ejecución del disparo y el marcador obtenido del tiro. Adicional a la valoración de los tiros ejecutados se evaluaron los intentos en los que sólo se hizo el movimiento, pero no el disparo. Dichas pruebas se realizaron en una sola sesión con duración aproximada de 120min considerando tiempos de entrenamiento y descansos entre pruebas. Se obtuvo el patrón de movimiento del brazo en cada uno de los tres ejes coordenados respecto al tiempo. Para los movimientos en los que no se llevó a cabo el disparo, se observó que el movimiento en el eje X es muy pequeño, el eje Y representa el movimiento de la mano hacia adelante y el eje Z representa el movimiento del brazo hacia arriba y hacia abajo. En los movimientos en los que sí se ejecutó el disparo, se obtuvo que predominaron los resultados con marcador entre 9 y 10, seguido de marcadores mayores a 10 y un porcentaje mínimo de resultados entre 8 y 9. Respecto al análisis de tiempo, los resultados indican que el tiempo es un factor importante al realizar el disparo y está relacionado con el marcador obtenido, esto debido a que las pruebas con tiempo prolongado de ejecución tuvieron menos probabilidades de obtener resultados encima de 10. Se concluye en la importancia de prestar atención a las alteraciones musculoesqueléticas y del sistema nervioso que puedan alterar la funcionalidad del deportista durante la actividad física pues, a pesar de que la actividad no demanda esfuerzos máximos, las posturas mantenidas durante periodos de tiempo prolongados puede generar tensión muscular importante afectando en el mantenimiento de la postura en la disciplina.

INTRODUCCIÓN

El tiro olímpico en su modalidad de pistola de aire comprimido tiene ciertas normas y aspectos técnicos a considerar, por ejemplo, dentro de las normas destacan la distancia de ejecución del disparo, que se localiza a 10m desde la línea de disparo y la altura del blanco ubicada a 1.4m. Por otro lado, se encuentran aspectos técnicos relacionados con la posición del atleta y la ejecución del disparo. En el primero se establece que el arma debe empuñarse con una sola mano sin apoyarse en ningún lugar, los pies con una separación similar a la de los hombros y la cabeza girada hacia la mano que dispara. En el segundo se encuentran las fases para la ejecución del disparo: preparación (carga del arma), aproximación (levantar el arma del mostrador hacia la zona de puntería), realización (ejecución, desde la llegada a la zona de puntería hasta que comienza a bajarse el brazo)

y recuperación (descanso entre ejecución y comienzo del siguiente) [1]. Todas estas condiciones convierten el gesto deportivo de este deporte en un movimiento altamente controlado, más aún tratándose de alto rendimiento, donde pequeñas variaciones en la postura o cinemática puede afectar la precisión del tiro.

Una herramienta para comprender el gesto técnico es la biomecánica deportiva, que además se utiliza para optimizar el rendimiento y prevenir lesiones musculoesqueléticas. De acuerdo con [2] las contribuciones de la biomecánica van desde la descripción de los movimientos hasta la identificación de factores de riesgo, ofreciendo perspectivas que enriquecen la práctica deportiva. En disciplinas de precisión como el tiro olímpico estas aportaciones dan la oportunidad de identificar parámetros técnicos que determinan la exactitud del disparo y la estabilidad del atleta.

En este contexto, se habla de que la incorporación de tecnologías avanzadas ha transformado el análisis biomecánico, como en [3] donde se describe cómo la tecnología de captura de movimiento se ha convertido en una herramienta esencial para el análisis del rendimiento deportivo, destacando que sistemas como VICON permiten tener datos tridimensionales precisos de la cinemática del atleta. Los autores señalan que este sistema tiene una resolución elevada lo que lo convierte en un recurso ampliamente utilizado en investigación aplicada al deporte.

Por lo tanto, este trabajo se enfoca en la valoración biomecánica del gesto deportivo en tiro olímpico mediante el sistema VICON, analizando la cinemática del brazo y su relación con la precisión alcanzada.

TEORÍA

En [4] se señala que el rendimiento en la modalidad de pistola de aire comprimido depende de una serie de factores técnicos que pueden medirse y analizarse objetivamente. Los autores destacan que la estabilidad de la sujeción del arma, la precisión del apuntado, la limpieza en la ejecución del disparo y la sincronización entre el momento de apuntar y disparar son los elementos más determinantes para alcanzar puntuaciones altas. A través de un análisis de la trayectoria del punto de puntería y de la ejecución de disparos en condiciones simuladas de competición, se concluye que estos componentes explican gran parte de la variabilidad en los resultados, confirmando que en deportes de precisión como el tiro olímpico el control fino de la postura y del gesto del brazo es esencial para lograr exactitud en el disparo.

En el manual de VICON [5] se indica que el sistema de captura de movimiento opera mediante un conjunto de cámaras ópticas infrarrojas que trabajan de forma sincronizada para registrar la luz reflejada en marcadores pasivos colocados sobre puntos anatómicos específicos del cuerpo. Estos marcadores, recubiertos con material reflectante, devuelven la señal hacia las cámaras, lo que permite que cada una registre su posición en el espacio. Al combinar la información procedente de varias cámaras, el software reconstruye la ubicación tridimensional de cada marcador con gran precisión. El manual también señala que es necesario realizar una calibración inicial del volumen de captura, utilizando una varilla de referencia y un objeto dinámico, con el fin de asegurar la correcta alineación del sistema y la fiabilidad de los datos. Una vez calibrado, el software Nexus identifica los marcadores y los asocia a un modelo anatómico denominado labeling skeleton, lo que permite calcular ángulos articulares, trayectorias y velocidades de los segmentos corporales. De esta manera, el manual enfatiza que la combinación de cámaras infrarrojas, marcadores reflectantes y algoritmos de reconstrucción constituye la base del análisis cinemático detallado que ofrece VICON en aplicaciones de biomecánica deportiva y clínica.

PARTE EXPERIMENTAL

El análisis del gesto deportivo se realizó en una atleta de alto rendimiento especializada en la disciplina de tiro olímpico, modalidad de pistola de aire comprimido, quien fue seleccionada por su experiencia competitiva y por presentar un nivel técnico consolidado. El primer paso para iniciar las

pruebas fue acondicionar el espacio e iluminación de la sala en la que se llevaron a cabo las pruebas, se colocó el blanco a una distancia reglamentaria de 10m y, posteriormente, se procedió a la configuración y calibración del equipo incluyendo las cámaras infrarrojas, así como la colocación de 39 marcadores reflectantes en puntos específicos de la atleta siguiendo las recomendaciones de la plantilla PlugInGait FullBody del equipo.

La sesión experimental tuvo una duración aproximada de 120 minutos iniciando con un periodo de entrenamiento previo y descanso de 5 minutos entre tiros. Con el sistema VICON se registraron 15 grabaciones digitales haciendo la captura de 77 ciclos de movimiento, de ellos, 60 correspondieron a la ejecución de tiros reales que impactaron en el blanco electrónico y los 17 restantes fueron únicamente intentos en los que la atleta realizó el movimiento, pero decidió no disparar.

Después de la sesión de tiros se realizó el análisis enfocado en el movimiento del brazo al momento de realizar el disparo, analizando los movimientos en los tres ejes coordenados (X, Y,Z), los tiempos de ejecución y el marcador obtenido.

RESULTADOS

El análisis de trayectorias permitió identificar el patrón de movimiento del brazo respecto al tiempo. En los 17 intentos sin disparo se observó que el movimiento en el eje X fue muy bajo, lo que demuestra buen control lateral; el eje Y mostró el desplazamiento de la mano hacia adelante al apuntar, mientras que el eje Z registró los cambios verticales para alcanzar la altura del blanco.
Al analizar los 60 disparos ejecutados según la puntuación del blanco electrónico se encontró una alta regularidad en la técnica. Se registraron únicamente 4 tiros en la categoría de mayor o igual a 8 pero menor que 9, 30 ciclos realizados en la categoría de igual o mayor a 9 pero menor que 10, y finalmente 26 ciclos registrados igual o mayor a 10 hasta 10.9. En la Figura 7 se pueden observar los ciclos del disparo en el eje Z respecto al tiempo. La Figura 1 a) muestra el movimiento de los 17 intentos sin disparo, mientras que la Figura 1 b) 1 c) y 1 d) muestran el movimiento al ejecutar el disparo y obtener puntuación de 8, 9 y 10, respectivamente. En dicha imagen se aprecia claramente la precisión con la que la atleta ejecuta el movimiento y las fases del gesto: aproximación, el punto más alto cuando se levanta el arma por encima del mostrador, luego se baja y se mantiene hasta la ejecución del disparo, comienza el descenso hasta que baja por completo e inicia la recuperación.

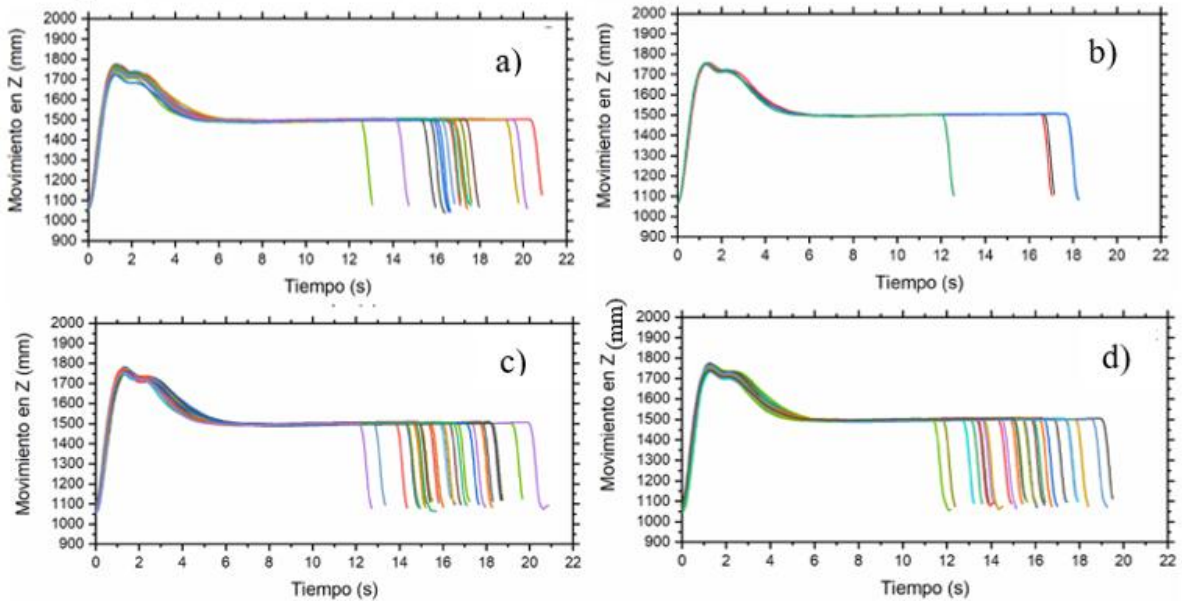


Figura 7 Segmentación de los ciclos de disparo en el eje coordenado Z respecto al tiempo en a) Intento, b) SCORE 8, c) SCORE 9, d) SCORE 10

Los resultados muestran el patrón de la cinemática del brazo durante las fases del gesto deportivo con predominio en los tiros con resultado de 9 a 10 (49%), seguido de los mayores a 10 (44%) y finalmente los de 8 a 9 (7%). El puntaje global obtenido fue de 591.6 de 654 puntos, lo que representa una precisión del 90.5%.

En la figura 2 se puede observar que el tiempo es un factor importante al momento de realizar el disparo ya que se relaciona con el marcador obtenido. Los ciclos en los que no se realizó el disparo tuvieron un tiempo promedio de 17.25 segundos, en los tiros con calificación de 8 un promedio de 16.25 segundos, en los tiros entre 9-10 el promedio fue de 16.41 segundos y en los de 10 (mayor precisión) 15.76 segundos. Los resultados indican que las pruebas con tiempos prologados tienen menores probabilidades de obtener resultados encima de 10.

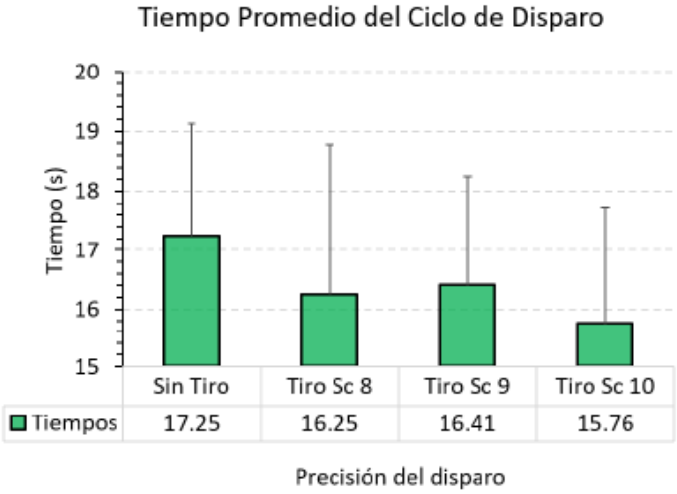


Figura 8 Tiempo promedio y desviación estándar en los diferentes marcadores de disparo

CONCLUSIONES

El análisis biomecánico tridimensional permitió establecer con precisión el patrón cinemático del miembro superior en la atleta de tiro olímpico. Los hallazgos demuestran la importancia de evaluar el factor temporal en la ejecución técnica, ya que las fases de apuntado excesivamente prolongadas incrementan las oscilaciones del brazo y reducen significativamente la probabilidad de obtener puntuaciones superiores a 10. Se concluye que es fundamental diseñar programas de entrenamiento específicos orientados a prevenir alteraciones musculoesqueléticas debidas a la fatiga. A pesar de que esta disciplina no exige esfuerzos físicos máximos, el mantenimiento de posturas estáticas por periodos prolongados genera una tensión muscular acumulada que puede afectar negativamente la estabilidad corporal y la efectividad del disparo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] D. López, “Estudio De Las Variables De Equilibrio, Fuerza Y Antropometría Determinantes Del Rendimiento En Tiro Olímpico En La Modalidad De Pistola De Aire,” Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2016.

[2] WSS Liete, “Biomecánica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos,” 2012. Accessed: Jun. 04, 2026. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4741932

[3] B. Pueo and J. M. Jimenez-Olmedo, “Application of motion capture technology for sport performance analysis (El uso de la tecnología de captura de movimiento para el análisis del rendimiento deportivo),” Retos, vol. 32, pp. 241–247, Jul. 2017, doi: 10.47197/retos.v0i32.56072.

[4] E. Olsson and M. S. Laaksonen, “Key technical components for air pistol shooting performance,” Int. J. Perform. Anal. Sport, vol. 21, no. 3, pp. 348–360, May 2021, doi: 10.1080/24748668.2021.1891820.
[5] “PLUG-IN GAIT REFERENCE GUIDE,” 2016.

EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES ASOCIADOS A BACTERIAS ZOONÓTICAS EN FAENADORES DE LA REGIÓN CIÉNEGA DE JALISCO MEDIANTE UN INSTRUMENTO VALIDADO DE CONTROL SANITARIO

Claudia Luz Navarro Villarruel, JJesús Padilla Frausto, Arnulfo Ramón Eufracio Maciel

Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara.
claudia.nvillarruel@academicos.udg.mx

RESUMEN

La actividad de faenado y manipulación de carne implica una exposición constante a agentes biológicos de origen zoonótico, lo que constituye un riesgo laboral significativo y un tema prioritario para la salud pública. Desde una perspectiva preventiva, esta investigación se fundamentó en el enfoque de las buenas prácticas de manufactura e higiene, así como en el cumplimiento del marco normativo nacional vigente, respaldado por disposiciones emitidas por COFEPRIS y SENASICA, orientadas a garantizar la inocuidad de los productos cárnicos y la protección de los trabajadores. El propósito del estudio fue identificar y evaluar los riesgos laborales asociados a la posible presencia de bacterias zoonóticas en faenadores y manipuladores de carne de la región Ciénega de Jalisco. Se desarrolló un estudio de tipo descriptivo y transversal mediante la aplicación de una lista de verificación compuesta por 51 reactivos, estructurados en seis dimensiones: recepción de la materia prima, conservación y almacenamiento, manipulación, higiene del personal, limpieza y desinfección, y calidad del agua. El instrumento fue aplicado en 36 carnicerías de cinco entidades del occidente del país y sometido a un análisis de confiabilidad, obteniendo un coeficiente Alfa de Cronbach de 93.1%. Los resultados mostraron un cumplimiento heterogéneo de los criterios sanitarios, destacando deficiencias relevantes en prácticas de higiene, control de temperaturas y capacitación del personal. En conjunto, los hallazgos permiten establecer un diagnóstico sanitario inicial y sustentan la necesidad de implementar acciones de capacitación y fortalecimiento de las medidas preventivas. Finalmente, el estudio aporta un instrumento confiable para la evaluación del riesgo laboral en establecimientos cárnicos y contribuye a la protección de la salud ocupacional y comunitaria.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades zoonóticas representan un importante problema de salud pública debido a su capacidad de transmisión entre animales y seres humanos, particularmente en actividades relacionadas con el sacrificio, procesamiento y comercialización de productos cárnicos (Organización Mundial de la Salud, 2022). Los trabajadores dedicados al faenado y manipulación de carne se encuentran constantemente expuestos a agentes biológicos potencialmente patógenos, incrementando el riesgo de infecciones bacterianas asociadas con prácticas inadecuadas de higiene y control sanitario (Organización Panamericana de la Salud, 2021).

En México, la inocuidad alimentaria en establecimientos dedicados al sacrificio y expendio de carne se encuentra regulada por diferentes disposiciones normativas, entre ellas la NOM-251-SSA1-2009 referente a prácticas de higiene para el proceso de alimentos y la NOM-194-SSA1-2004 aplicable a establecimientos de sacrificio y faenado animal (Secretaría de Salud, 2009; Secretaría de Salud, 2004). No obstante, diversos establecimientos de pequeña y mediana escala presentan limitaciones en infraestructura, capacitación y vigilancia sanitaria, favoreciendo condiciones que pueden propiciar riesgos ocupacionales y contaminación microbiológica (COFEPRIS, 2020).

La región Ciénega de Jalisco concentra una importante actividad pecuaria y comercial relacionada con productos cárnicos, por lo que resulta relevante implementar herramientas de evaluación que permitan identificar áreas críticas y fortalecer medidas preventivas. En este contexto, el objetivo del

presente estudio fue evaluar los riesgos laborales asociados a bacterias zoonóticas en faenadores de la región Ciénega de Jalisco mediante un instrumento validado de control sanitario.

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y observacional enfocado en establecimientos dedicados al manejo y expendio de carne. Primeramente se efectuó una revisión bibliográfica basada en guías de manipulación de carne, Normas Oficiales Mexicanas, Ley General de Salud y lineamientos emitidos por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), con la finalidad de diseñar un instrumento de evaluación sanitaria orientado a identificar factores de riesgo asociados a bacterias zoonóticas (COFEPRIS, 2020; Secretaría de Salud, 2009).

El instrumento denominado “Lista de chequeo para carnicerías” estuvo conformado por 51 reactivos distribuidos en seis dimensiones: recepción de mercadería, conservación y almacenamiento, manipulación, higiene del personal, limpieza y desinfección, y calidad del agua (Tabla 1). Las preguntas fueron estructuradas bajo criterios de cumplimiento, no cumplimiento y no aplica, considerando parámetros establecidos en la NOM-251-SSA1-2009 y la NOM-194-SSA1-2004 relacionados con buenas prácticas de higiene e inocuidad alimentaria (Secretaría de Salud, 2004; Secretaría de Salud, 2009).

Tabla 1. Aspectos clave y la cantidad de ítems incluidos en la lista de cheque para carnicerías.

Aspecto	Cantidad de *ítems*
Recepción de la mercadería	10
Conservación y almacenamiento	10
Manipulación	5
Higiene del personal	11
Limpieza y desinfección	12
Agua	3
TOTAL	**51**

Nota. Elaboración propia basada en criterios sanitarios de COFEPRIS y SENASICA.

La aplicación del instrumento se realizó entre enero y abril de 2024 en 36 establecimientos ubicados en los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Colima y Nayarit. La captura de datos se efectuó mediante Google Forms. Posteriormente, la confiabilidad interna del instrumento fue evaluada utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach mediante el software IBM SPSS Statistics®, obteniéndose una confiabilidad de 93.1 %, considerada adecuada para estudios de evaluación sanitaria y análisis de consistencia interna Cronbach (1951).

RESULTADOS

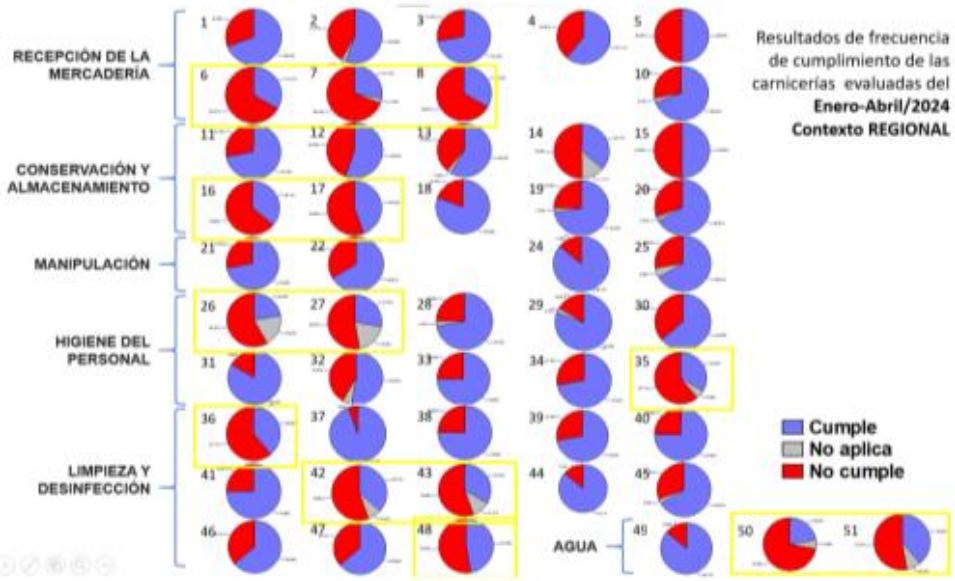
Los resultados obtenidos de este estudio permitieron identificar diferentes niveles de cumplimiento sanitario entre los establecimientos evaluados. Las categorías relacionadas con limpieza y desinfección mostraron mejores porcentajes de cumplimiento en comparación con los apartados de higiene del personal y conservación de productos cárnicos (Figura 1). Estos resultados evidencian que, aunque existen prácticas básicas de saneamiento implementadas en los establecimientos, persisten deficiencias importantes relacionadas con la prevención de riesgos biológicos y el cumplimiento integral de las buenas prácticas de manufactura (Secretaría de Salud, 2009).

Se observaron deficiencias relevantes relacionadas con el control de temperatura durante el almacenamiento y transporte de la carne, así como en el monitoreo del funcionamiento de cámaras de refrigeración. Asimismo, se identificó insuficiente capacitación del personal en prácticas higiénicas y limitada evidencia documental relacionada con controles sanitarios y análisis de agua. Estas

condiciones representan factores de riesgo para la proliferación y transmisión de bacterias zoonóticas asociadas a productos cárnicos, especialmente en ambientes donde no se mantienen condiciones adecuadas de inocuidad alimentaria (Secretaría de Salud, 2004).

Los hallazgos obtenidos coinciden con lo reportado por la Organización Mundial de la Salud, la cual señala que las prácticas deficientes de higiene durante la manipulación de alimentos incrementan significativamente el riesgo de enfermedades zoonóticas y de transmisión alimentaria (Organización Mundial de la Salud, 2022).

Figura 1. Resultados de frecuencia de cumplimiento de las carnicerías evaluadas durante el periodo enero-abril/2024.



Nota. Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la Lista de chequeo para carnicerías, 2024.

De igual manera, la Organización Panamericana de la Salud destaca que los trabajadores expuestos al contacto continuo con animales, fluidos biológicos y superficies contaminadas presentan mayor vulnerabilidad a infecciones bacterianas ocupacionales (OPS, 2021). La exposición constante a materia orgánica y productos cárnicos contaminados constituye un factor de riesgo relevante para la salud de los faenadores y manipuladores de carne.

El análisis de confiabilidad del instrumento mostró un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.931, indicando una adecuada consistencia interna y reproducibilidad de los reactivos empleados. De acuerdo con Cronbach (1951), valores superiores a 0.90 reflejan un alto nivel de confiabilidad, lo que respalda la utilidad del instrumento como herramienta de diagnóstico sanitario y evaluación de riesgos laborales en establecimientos cárnicos.

La implementación de programas de capacitación continua, vigilancia sanitaria y fortalecimiento de infraestructura podría contribuir significativamente a disminuir la exposición a bacterias zoonóticas y mejorar las condiciones de inocuidad alimentaria en la región evaluada. Asimismo, el fortalecimiento de las buenas prácticas de higiene y manufactura favorecería la protección de la salud ocupacional y de la salud pública en general.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió diseñar y validar un instrumento confiable para la evaluación de riesgos laborales asociados a bacterias zoonóticas en establecimientos dedicados al manejo y expendio de carne. La herramienta desarrollada presentó alta consistencia interna, evidenciada mediante un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.931, lo que respalda su utilidad para la identificación de áreas críticas relacionadas con higiene del personal, control de temperaturas, limpieza y desinfección.

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de fortalecer las medidas preventivas, la capacitación sanitaria continua y el cumplimiento de la normatividad vigente en los establecimientos evaluados. Asimismo, se identificó que las deficiencias en infraestructura y prácticas higiénicas representan factores importantes de riesgo para la transmisión de enfermedades zoonóticas y afectaciones a la salud ocupacional de los trabajadores del sector cárnico.

Finalmente, el instrumento propuesto constituye una alternativa útil para futuros programas de vigilancia epidemiológica, diagnóstico sanitario y mejora de las condiciones de inocuidad alimentaria. Y la implementación de estrategias integrales de control sanitario puede contribuir significativamente a la reducción de riesgos biológicos, la protección de la salud de los trabajadores y la prevención de enfermedades transmitidas por productos cárnicos en la población consumidora.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). (2020). *Reglamento de control sanitario de productos y servicios*. Secretaría de Salud.
2. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika, 16*(3), 297–334. https://doi.org/10.1007/BF02310555
3. Ley General de Salud. (2024). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. https://www.diputados.gob.mx
4. Organización Mundial de la Salud. (2022). *Zoonoses and the human-animal-ecosystems interface*. OMS. https://www.who.int
5. Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Enfermedades zoonóticas y salud pública*. OPS. https://www.paho.org
6. Secretaría de Salud. (2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias*. Diario Oficial de la Federación.
7. Secretaría de Salud. (2004). *Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio*. Diario Oficial de la Federación.
8. Secretaría de Salud. (2009). *Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. Diario Oficial de la Federación.
9. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2024). *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/senasica

RELACIÓN ENTRE FUERZA, RESISTENCIA Y CONSUMO DE ALIMENTOS ULTRAPROCESADOS EN ESTUDIANTES DE NUTRICIÓN

Sofía Nepita Rosales, Andrea Araceli Durán Cosío, César Octavio Ramos García, Carlos Abraham Herrera Amante, Carlos A. Pelayo Gervacio, Beatriz Adriana Andrade Espinoza, Betsabé Contreras Haro

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Departamento de Ciencias Biomédicas.
beatriz.andrade@academicos.udg.mx

RESUMEN

En las últimas décadas, la población mundial ha incrementado significativamente el consumo de alimentos ultraprocesados, lo que ha generado importantes implicaciones para la salud pública. Diversos estudios han demostrado que una ingesta elevada de estos productos se asocia con un mayor riesgo de obesidad, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, cáncer, alteraciones a nivel muscular y un incremento en la mortalidad general. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es determinar si existe relación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y los niveles de fuerza y resistencia en estudiantes de nutrición del Centro Universitario de Tonalá. Se realizó un estudio transversal analítico donde participaron 43 estudiantes de Licenciatura en Nutrición de tercer semestre. Se utilizaron pruebas de aptitud física, de dinamometría en brazo derecho, brazo izquierdo, espalda, pecho y pierna para evaluar la fuerza, para evaluar la resistencia se aplicó el Test de Leger, además del Cuestionario del Consumo de alimentos ultraprocesados. El análisis estadístico aplicado fue chi-cuadrada con ajuste de prueba exacta de Fisher; para ello, se utilizó el software SPSS V26.0. Los resultados mostraron que la distribución del consumo de ultraprocesados fue similar entre mujeres y hombres. Adicionalmente, en este grupo de estudio se observó que la mayoría de las mujeres (67.2%) y de los hombres (88.8%) realizan actividad física. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el consumo de ultraprocesados y la realización de entrenamientos de fuerza ($p=0.526$) ni de resistencia ($p=0.342$). Cabe resaltar que, de la población total, el 62.8% presentó un consumo bajo de alimentos ultraprocesados y el 37.2% un consumo regular. Por otro lado, en participantes con capacidad física baja a regular, como en aquellos con capacidad física buena a muy buena, predominó el consumo bajo de ultraprocesados (63% y 62.5%, respectivamente). En conjunto, los resultados sugieren que, en esta muestra, el consumo de alimentos ultraprocesados no se asoció de manera significativa con el rendimiento físico ni con las capacidades de fuerza evaluadas. La razón de estas observaciones puede deberse a que los estudiantes de la Licenciatura en Nutrición no consumen regularmente alimentos ultraprocesados. Se requieren estudios adicionales que incluyan un mayor número de participantes para identificar esta asociación.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la población mundial ha incrementado significativamente el consumo de alimentos ultraprocesados, lo que ha generado importantes implicaciones para la salud pública. Diversos estudios han demostrado que una ingesta elevada de estos productos se asocia con un mayor riesgo de obesidad, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, cáncer y un incremento en la mortalidad general [1,2,3,4]. Esto se debe a que los alimentos ultraprocesados suelen presentar una elevada densidad calórica, así como altos contenidos de grasas y azúcares añadidos. Por otra parte, la actividad física constituye un elemento esencial para el bienestar integral, ya que contribuye a disminuir síntomas de ansiedad y depresión, mejora la salud mental y ayuda al control de enfermedades como la diabetes mellitus y las cardiopatías. La falta de actividad física, por el contrario, incrementa notablemente el riesgo de mortalidad; la Organización Mundial de la Salud estima que las personas inactivas presentan entre un 20 % y un 30 % más riesgo de morir en comparación con aquellas físicamente activas (OMS, 2024)[5]. En este contexto, la presente

investigación tiene como propósito analizar si existe una relación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y el nivel de actividad física en estudiantes de nutrición, identificando si su ingesta de dichos alimentos es baja, regular o alta, y determinando si su fuerza y resistencia física se clasifican como bajas, regulares, buenas, muy buenas o excelentes.

TEORÍA

Casi todos los alimentos y bebidas que se consumen en la actualidad se procesan de alguna manera. Es de gran importancia para la salud humana las diferencias resultantes del tipo, intensidad y propósito del consumo de ultraprocesados[6].

En un estudio realizado por Monteiro[7], se observó que aproximadamente una cuarta parte de la ingesta energética total entre los estudiantes universitarios provenía de alimentos ultraprocesados, lo que coincide con los patrones observados en la población general portuguesa. Si bien no se observaron asociaciones entre el consumo total de ultraprocesados y los parámetros de composición corporal o actividad física, los estudiantes que consumían ultraprocesados de menor calidad nutricional presentaban menor masa libre de grasa y mayor masa muscular esquelética. A pesar del carácter observacional de los hallazgos, estos contribuyen a la literatura existente y pueden servir de base para estrategias de salud pública dirigidas a estudiantes universitarios, ayudando a reducir aún más el consumo de ultraprocesados y a promover elecciones alimentarias más saludables, lo que podría conducir a mejoras en la composición corporal y en los hábitos de salud en general.

En un estudio realizado por Drenowatz[8], se asoció que el consumo de alimentos procesados afecta negativamente a la condición física y una mayor condición física se relaciona con menor peso corporal, lo que sugiere que los patrones alimentarios basados en productos procesados pueden afectar tanto el rendimiento físico como la composición corporal. Estos hallazgos respaldan la importancia de promover una alimentación basada en alimentos frescos y mínimamente procesados como parte de estrategias para mejorar la condición física y prevenir el sobrepeso y la obesidad.

De manera similar, Confortin[9] , mostró una asociación entre la fuerza de agarre manual más alto y la tercera parte de consumo de preparación culinaria y entre el agarre de fuerza más bajo con la otra tercera parte de consumo de alimentos ultraprocesados, entre las niñas, el consumo de preparaciones culinarias se asoció con una mayor agarre de fuerza, lo que sugiere que una alimentación basada en alimentos frescos y menos procesados puede contribuir favorablemente al desarrollo y mantenimiento de la fuerza muscular.

Quispe[10] realizó un estudio para determinar la relación entre el consumo de alimentos procesados y ultraprocesados, y la actividad física en adolescentes de una institución educativa privada donde el 75.5 % de los adolescentes tiene un consumo mensual de 1-3 veces de alimentos procesados y ultraprocesados; asimismo, el 48 % de los estudiantes tiene actividad física entre baja y muy baja.

No obstante, Li[11] determinó la relación prospectiva entre el consumo de alimentos ultraprocesados y la fuerza muscular y obtuvo como resultados que en comparación con los participantes del quintil más bajo de consumo de ultraprocesados, aquellos del quintil más alto mostraron una reducción de 0,411 kg [intervalo de confianza del 95 % (IC),] en la fuerza de agarre absoluta, una reducción de 0,229 kg/m (IC del 95 %,) en la fuerza de agarre según la altura, y un OR de 1,32 (IC del 95 %) para la debilidad muscular. Descubrieron que una mayor ingesta de alimentos ultraprocesados en la infancia se asociaba con una menor fuerza de agarre en la edad adulta en una población asiática.

Por otro lado, Muñoz-Galeano[12] encontró una asociación entre el IMC y los programas académicos y la edad. Si bien el consumo de alimentos naturales era común, también se observó una alta ingesta de alimentos ultraprocesados. Además, el 62,78% de los estudiantes realizaba actividad física adecuada, pero el 95,17% presentaba un comportamiento sedentario y el 39,77% tenía baja fuerza de agarre. Se identificó una posible correlación positiva entre el IMC, la circunferencia de la cintura, el porcentaje de grasa corporal y la fuerza de agarre, sugiriendo que la composición corporal y los

hábitos de estilo de vida influyen significativamente en la condición física y el estado nutricional de los estudiantes.

PARTE EXPERIMENTAL

El presente estudio tuvo un diseño transversal analítico y se llevó a cabo en estudiantes de tercer semestre de la licenciatura en Nutrición del Centro Universitario de Tonalá durante el periodo de abril a mayo de 2025. El estudio incluyó a la totalidad de los estudiantes disponibles de dicho semestre, empleando un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los criterios de inclusión consistieron en cursar el tercer semestre de la licenciatura, completar el cuestionario de ultraprocesados y acreditar la totalidad de las pruebas físicas; se excluyeron aquellos registros incompletos o con errores en el llenado de los instrumentos. Las variables independientes analizadas fueron la edad, el sexo, la actividad física y la frecuencia de consumo, mientras que las variables dependientes fueron la fuerza y la resistencia. El análisis estadístico se realizó mediante el software SPSS versión 26.0; no se aplicaron pruebas de normalidad debido a que se trabajó únicamente con variables cualitativas. Los resultados descriptivos se presentaron en frecuencias y porcentajes, y para evaluar la asociación entre la actividad física, las capacidades de fuerza y resistencia, así como el consumo de ultraprocesados, se utilizó la prueba de chi-cuadrada con ajuste de la prueba exacta de Fisher.

RESULTADOS

El presente estudio evaluó la relación entre el consumo de alimentos ultraprocesados, fuerza y resistencia en estudiantes universitarios de la Licenciatura en Nutrición con una edad promedio de 19,47 (DE ± 1,564). Los hallazgos principales en cuanto a la práctica de actividad física fueron que el 72.1% de las participantes reportaron ser físicamente activas, sin diferencias significativas por sexo (mujeres 67.6%, hombres 88.9%; p=0.256). De manera similar, estudios en universitarios del área de ciencias de la salud han reportado una elevada prevalencia de actividad física, posiblemente relacionada con un mayor conocimiento sobre hábitos saludables y prevención de enfermedades[4].

Respecto al desempeño físico, los resultados del Test de Léger mostraron que la mayoría de los participantes presentaron niveles regular (39.5%) y medio (46.5%), mientras que sólo 2.3% alcanzó un nivel bueno, no obstante, esta diferencia entre sexos resultó estadísticamente significativa (p=0.037), ya que los hombres obtuvieron mejores resultados, esto puede relacionarse con diferencias fisiológicas y de composición corporal entre hombres y mujeres, particularmente en variables como masa muscular, capacidad cardiorrespiratoria y niveles de hemoglobina, las cuales influyen directamente en el rendimiento aeróbico[13].

En cuanto al entrenamiento de fuerza, 58.1% de la población indicó realizarlo; la mayoría de los hombres (88.9%) reportó participar en este tipo de entrenamiento, en contraste con las mujeres, donde la distribución fue equitativa (50% sí y 50% no), sin embargo, esta diferencia por sexo no fue significativa (p=0.057). En los indicadores de desempeño isométrico de espalda, piernas y pecho, se observó mayor concentración en las categorías regular (27.9%) y media (35.2%). En los indicadores de fuerza isométrica predominaron los niveles medio de brazo izquierdo (48.8%; p=0.236) y derecho (46.5%; p=0.150), con una menor proporción en las categorías buena y excelente. En este parámetro sí se encontraron diferencias entre sexos, mostrando los hombres mejores puntuaciones en cuanto al agarre de ambos brazos. Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Hunter[14], quien describe que existen diferencias fisiológicas y neuromusculares entre hombres y mujeres que influyen directamente en la fuerza muscular y el desempeño isométrico. El autor señala que los hombres suelen presentar mayor fuerza absoluta debido a una mayor masa muscular y mayor área transversal de las fibras musculares, lo que favorece un mejor rendimiento en pruebas de fuerza y agarre.

En relación con el consumo de ultraprocesados, predominó el consumo bajo en ambos sexos. Este resultado podría estar influenciado por el perfil académico de los participantes, ya que los estudiantes de nutrición suelen presentar mayor conocimiento sobre alimentación saludable y una mayor

conciencia respecto a los efectos negativos del consumo elevado de productos ultraprocesados. Según un estudio de Viveros[15], los datos obtenidos en esta investigación muestran que el consumo de alimentos ultraprocesados por los estudiantes de la Facultad de Nutrición en la Universidad Veracruzana en el estado de Veracruz, México fue bajo (< 1 vez por semana), presentando un consumo de ultraprocesados bajo. A pesar de ello, más de un tercio de la población presentó un consumo regular, lo que refleja que estos productos continúan formando parte de la dieta habitual incluso en grupos con formación en salud.

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que la mayoría de los estudiantes presentó un consumo bajo de productos ultraprocesados (62.8%), tanto en mujeres (64.7%) como en hombres (55.6%), mientras que el 37.2% reportó un consumo regular, siendo ligeramente mayor en hombres (44.4%) que en mujeres (35.3%). Estos hallazgos difieren de otros estudios realizados en población universitaria, por ejemplo, Barrón y Telumbre[16] encontraron en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud un consumo considerable de ultraprocesados, con una mediana de 614 kcal provenientes de estos productos, observándose incluso mayores consumos de azúcares y sodio en hombres que en mujeres. Asimismo, diversos estudios han señalado que la población universitaria suele mantener hábitos alimentarios inadecuados debido al estilo de vida, la falta de tiempo, el estrés académico y la facilidad de acceso a alimentos industrializados, lo que favorece un mayor consumo de productos ultraprocesados y se relaciona con un mayor riesgo de sobrepeso, obesidad y alteraciones metabólicas[13].

En cuanto a la capacidad física presentada por sexo (Figura 1), la población evaluada: 79.1% fueron mujeres, de las cuales el 85.2 % obtuvieron una calificación de baja a regular, y el 68.8 % de buena a muy buena capacidad física. El grupo de hombres representó el 20.9% de la muestra; de ellos, el 14.8% se estratificó en la categoría de baja a regular capacidad física, mientras que el 31.1% restante exhibió una capacidad de buena a muy buenacapacidad física, estos resultados coinciden con Enriquez-Del Castillo[17], donde las diferencias observadas los varones suelen presentar mayores niveles de testosterona, lo que favorece el desarrollo de masa muscular, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria, mientras que las mujeres tienden a presentar un mayor porcentaje de grasa corporal debido a diferencias hormonales relacionadas con los estrógenos. Además, las características morfológicas y fisiológicas, como el tamaño muscular, la densidad ósea y la masa magra, influyen en el rendimiento físico. El estudio también señala que los hombres realizan actividades físicas de mayor intensidad, como ejercicios de fuerza o actividades que requieren mayor gasto energético, mientras que las mujeres suelen practicar actividades recreativas de intensidad moderada o baja.

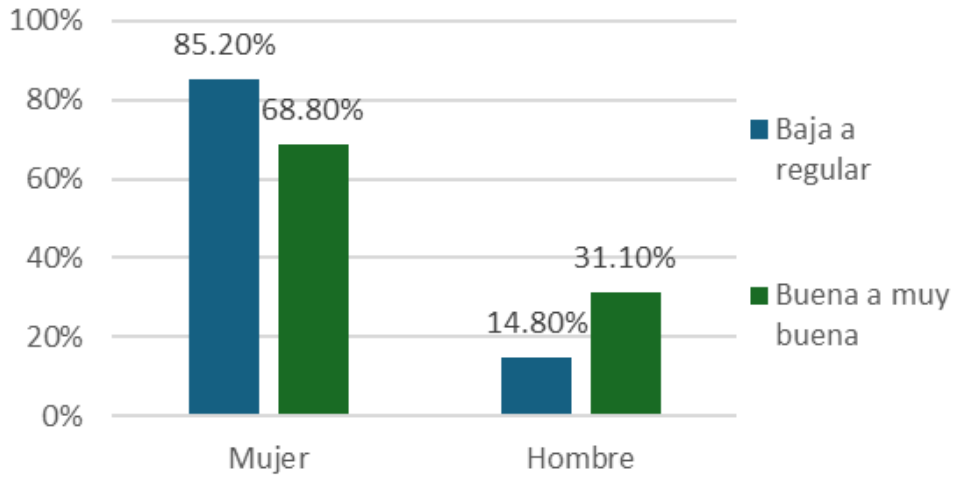


Figura 1. Interpretación de las características de capacidad física de la población de estudio presentadas por categorías de sexo.

En el grupo con capacidad física baja a regular, la mayoría presentó un consumo bajo de ultraprocesados (63%), mientras que el 37% mostró un consumo regular. De manera similar, entre quienes obtuvieron una capacidad física buena a muy buena, se observó nuevamente que el consumo bajo predominó (62.5%), frente a un 37.5% con consumo regular (Figura 2), Por ejemplo, Drenowatz et al.[8] señalaron que un mayor consumo de alimentos procesados se asocia con menor condición física y mayor peso corporal, mientras que Confortin et al.[9] encontraron que una alimentación basada en preparaciones culinarias y alimentos mínimamente procesados se relacionaba con mayor fuerza de agarre manual, especialmente en mujeres.

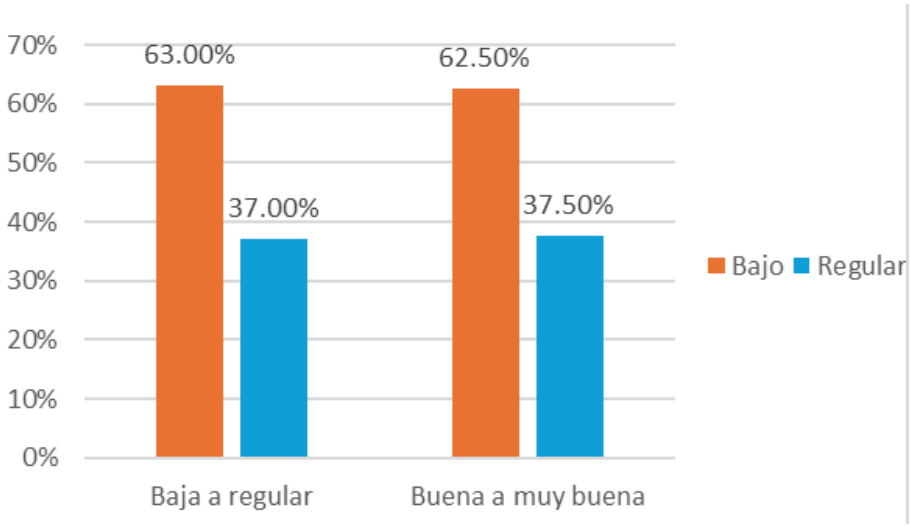


Figura 2. Interpretación de las características de capacidad física de la población de estudio presentadas por consumo de ultraprocesados

Se observaron ciertas tendencias en las que los participantes con menor consumo de ultraprocesados presentaron mejores categorías de capacidad física y fuerza muscular.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que los estudiantes de Nutrición evaluados presentan, en general, un consumo bajo a regular de alimentos ultraprocesados, lo cual podría estar relacionado con los conocimientos adquiridos durante su formación académica sobre hábitos alimenticios saludables y sus efectos en la salud. Asimismo, la mayoría de los participantes mostró niveles adecuados de fuerza y resistencia física, reflejando estilos de vida relativamente favorables, al igual que una buena capacidad física, en la que se observaron tendencias con un menor consumo de ultraprocesados. Estos hallazgos destacan la importancia de la educación nutricional como un factor que puede influir positivamente en las decisiones alimentarias y en el mantenimiento de una buena condición física.

BIBLIOGRAFÍA

1. M. C. Díaz y A. Glaves, "Relación entre consumo de alimentos procesados, ultraprocesados y riesgo de cáncer: una revisión sistemática", Revista chilena de nutrición, Vol. 47, No. 5, 2020, pp. 808-821.
2. L. Schnabel, E. Kesse-Guyot, B. Allès et al., "Association between ultraprocessed food consumption and risk of mortality among middle-aged adults in France", JAMA Internal Medicine, Vol. 179, No. 4, 2019, pp. 490-498.
3. H. Aguilar-Zavala, A. R. Tovar-Vega, Y. Quintero-Hernández, M. G. Calixto Olalde y J. V. Negrete-Díaz, "Consumo de alimentos ultraprocesados y obesidad en estudiantes universitarios", Revista Nthe, Vol. 26, 2019, pp. 33-39.

4. E. M. AlZahrani, "Profile of physical activity and sedentary lifestyle in health sciences students: Prevalence and its association with academic performance", Medicine (Baltimore), Vol. 104, No. 51, 2025, pp. e46733.
5. OMS, "Actividad física", World Health Organization Fact-Sheets, Suiza, 2024.
6. J. Monteiro, J. Cabral, R. Pinto y otros, "Consumo de alimentos ultraprocesados entre estudiantes universitarios: aplicación de puntuaciones de perfil nutricional basadas en la información del envase y su relación con la actividad física y la composición corporal", Nutrición BMC, Vol. 12, No. 1, 2026, pp. 115-124.
7. C. Drenowatz, G. Ferrari, T. Matolic, M. Greier y K. Greier, "Association of Physical Fitness and Diet with Body Weight in Austrian Adolescents", Nutrients, Vol. 16, No. 23, 2024, pp. 4209.
8. S. C. Confortin, A. R. Barbosa, B. R. De Oliveira, E. I. Da Silva Magalhães, M. L. B. M. Bragança, M. T. S. S. De Britto E Alves et al., "The consumption of culinary preparations and ultra-processed food is associated with handgrip strength in teenagers", Nutrition Journal, Vol. 21, No. 1, 2022, pp. 66.
9. M. C. Quispe, M. M. M. Arriola y K. R. Valdivia, "Consumo de Alimentos Procesados y Ultraprocesados, y su Relación con la Actividad Física en Adolescentes", ComuniCción: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo, Vol. 14, No. 2, 2023, pp. 111-121.
10. Y. Li, K. Y. Chua, A. Pan y W. Koh, "Association between consumption of ultra-processed food at midlife and handgrip strength at late life: The Singapore Chinese Health Study", The Journal of Nutrition Health & Aging, Vol. 29, No. 9, 2025, pp. 100634.
11. M. E. Muñoz-Galeano, E. Londoño-Cano y C. A. Vargas-Alzate, "Caracterización del estado nutricional de estudiantes universitarios, Medellín-Colombia, 2022", Revista CUIDARTE, Vol. 16, No. 1, 2025, pp. e4317.
12. K. J. Santisteban, A. T. Lovering, J. R. Halliwill y C. T. Minson, "Sex Differences in VO2max and the Impact on Endurance-Exercise Performance", International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 19, No. 9, 2022, pp. 4946.
13. S. K. Hunter, "Sex differences in human fatigability: mechanisms and insight to physiological responses", Acta Physiologica, Vol. 210, No. 4, 2014, pp. 768-789.
14. S. S. Viveros, E. Y. Romero-Hernández, K. D. G. Fajardo, 'S. J. A. Soto y Z. N. H. Ollivier, "Consumo de alimentos ultraprocesados y su relación con sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios", UVserva, Vol. 13, 2022, pp. 244-252.
15. R. E. Barrón y J. Y. Telumbre Terrero, "Caracterización del consumo de alimentos ultraprocesados en alumnos universitarios del área de Ciencias de la Salud", Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Vol. 8, No. 5, 2024, pp. 1609-1622. L. F.
16. Barrera Hernández et al., "Diseño y propiedades psicométricas de la Escala de Consumo de Alimentos Ultraprocesados en universitarios", Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, Vol. 45, No. 2, 2025, pp. 89-97.
17. L. A. Enriquez-Del Castillo, N. C. Hernández, R. C. Luján y L. A. F. Olivares, "Capacidades físicas y su relación con la actividad física y composición corporal en adultos", Retos, Vol. 41, 2021, pp. 674-683.

NIVEL DE SATISFACCIÓN DE LAS Y LOS USUARIOS DE LA SALA DE LACTANCIA DE LA FESI

Dinora Valadez Díaz, Abisay Villanueva Bailón, Analaura Reyes Pérez, Daniela Vallejo Avalos, Yamile Anaya Jiménez, Luz del Carmen Retana Villalobos, Jeydy Arleth Portilla Romero.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
dinkmaiden@gmail.com

RESUMEN

La sala de lactancia es un espacio esencial de privacidad, higiene y accesibilidad destinado a garantizar la continuidad de la lactancia materna en el ámbito laboral y académico. En México, a partir de los avances normativos de la Secretaría de Salud en 2022 y en cumplimiento con la NOM-050-SSA2-2018, la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES Iztacala) instauró su propia sala de lactancia en respuesta a las demandas de su comunidad. Este espacio busca mitigar problemáticas como la deserción escolar, el retraso académico y los riesgos a la salud derivados de una lactancia subóptima, la cual impacta en la mortalidad infantil.

La muestra se integró por 30 usuarios de la sala de lactancia ubicada dentro de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. La población estuvo compuesta mayoritariamente por mujeres (75%), con una media de edad de 25.22 años. En cuanto a la adscripción institucional, el 94% pertenecía a comunidad interna, con una distribución ocupacional encabezada por estudiantes (66%), seguidas de trabajadoras (25%), pasantes (6%) y amas de casa (3%).

Respecto a la promoción del servicio, el 40.6% de los usuarios conocieron la sala por medio de redes sociales. El análisis de percepción de calidad arrojó un índice de satisfacción sobresaliente del 93.8%. No obstante, se identificaron áreas de oportunidad en la infraestructura (37.5%), las estrategias de difusión (25%) y los procesos de capacitación (15.6%). Los resultados reflejan un alto nivel de satisfacción entre los usuarios, quienes destacaron la calidad del servicio, así como la comodidad y privacidad del espacio. No obstante, se identificaron áreas de oportunidad relacionadas con el espacio reducido, lo que favorece la aglomeración de usuarios y personal, así como una difusión limitada hacia la comunidad interna y externa, lo que restringe su aprovechamiento. La realización de la investigación de la sala fue una experiencia enriquecedora, obteniendo apoyo y facilidades necesarias durante el proceso por parte de todo el equipo de la sala de lactancia para desarrollar el trabajo sin contratiempos.

INTRODUCCIÓN

La sala de lactancia se constituye como un área exclusiva, confortable, privada, higiénica y accesible para todas las mujeres en periodo de lactancia que amamanten o extraigan y conserven adecuadamente su leche durante la jornada laboral. Todo ello con el objetivo de dar continuidad a la lactancia materna (1).

De acuerdo con cifras y datos publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2006 se estimó que únicamente el 40 % de los lactantes menores de seis meses recibían lactancia materna exclusiva. Asimismo, se señaló que, si todos los niños de 0 a 23 meses fueran amamantados de manera óptima, podrían salvarse más de 820,000 vidas cada año. En los últimos 12 años, esta cifra ha mostrado un incremento de poco más del 10 %, alcanzando una prevalencia global cercana al 48 %. Sin embargo, alrededor de 4,500 millones de personas continúan sin acceso pleno a servicios de salud esenciales, lo que implica que muchas mujeres aún no reciben el acompañamiento necesario para establecer y mantener una lactancia materna óptima. Dicho apoyo comprende el acceso oportuno a orientación, consejería y seguimiento por parte de personal de salud capacitado, empático y respetuoso durante todo el proceso de lactancia (2).

En consonancia con estos esfuerzos internacionales, en México en el año 2022, la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (SEDESA) inauguró la primera sala de lactancia en la Torre Insignia. Esta iniciativa tuvo como propósito brindar a las mujeres un espacio cómodo, seguro y adecuado para la extracción y conservación de leche materna, favoreciendo la conciliación entre la maternidad y el ámbito laboral (3).

Esta necesidad también se hizo evidente en el ámbito universitario; hasta antes del 22 de noviembre del 2022 en la FES Iztacala no existía un área designada para lactar o extraerse leche, razón por la cual, estudiantes y trabajadores de la institución en un pliego petitorio realizado en el 2022 donde externaron la necesidad de tener un espacio digno y limpio en donde pudiesen las madres extraer su leche (4).

Ante este panorama, el marco normativo mexicano ha establecido lineamientos específicos para la lactancia materna. De acuerdo con la Ley General de Salud y la NOM-050-SSA2-2018, Para el fomento, protección y apoyo a la lactancia materna; promueven acciones de orientación y vigilancia institucional, capacitación y fomento de la lactancia materna, incentivando a que la leche materna sea alimento exclusivo durante seis meses y complementario hasta avanzado el segundo año de vida (5, 6).

La relevancia de estas disposiciones cobra importancia al considerar su impacto en la salud pública, debido a que en México se registran 8.45 muertes por 100,000 habitantes debido a una lactancia subóptima, y 7.94 muertes por cada 100,000 habitantes debido a una lactancia materna no exclusiva en los primeros cinco años de vida. El hecho de no continuar con la lactancia más allá de los seis meses de vida de los infantes representa 0.75 muertes por cada 100,000 habitantes debido a una lactancia materna discontinua (7).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios de la sala de lactancia de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, reconociendo que la existencia de espacios constituye un soporte para que madres y padres trabajadores y estudiantes logren conciliar sus responsabilidades sin interrupciones, al mismo tiempo que mantienen la LME, que beneficia tanto a los padres como al bebé durante los primeros meses y en el desarrollo de la vida del lactante. En este sentido, el personal de enfermería desempeña un papel importante en la promoción y protección de la LME, ya que participa activamente en la orientación, educación y sensibilización de la población lactante.

TEORÍA

Actualmente la FES Iztacala cuenta con una sala de lactancia, la cual, ofrece servicios como promoción a la LME mediante material didáctico, personal de enfermería capacitado para guiar e instruir acerca de técnicas, procedimientos y creencias a la población interna y externa, además de contar con recursos materiales para el funcionamiento, minimizando los riesgos de contaminación. En ese sentido, resulta fundamental conocer la experiencia acerca de la conformidad del servicio para cubrir con las necesidades de la LME.

La sala de lactancia dentro de la facultad tiene un impacto en tres sectores poblacionales importantes: trabajadoras, estudiantes y comunidad externa, es un espacio digno privado, higiénico y accesible para que las madres puedan amamantar, extraer o conservar adecuadamente la leche en un entorno seguro y adecuado, respetando su intimidad y bienestar. Su objetivo es facilitar la continuidad de la lactancia, promover la salud materno-infantil y apoyar a las madres, padres y familias en este proceso, al tiempo que se fomenta la cultura de apoyo y respeto hacia la lactancia en el entorno educativo y laboral.

La relevancia de este espacio se sustenta además en términos económicos, considerando que el costo-beneficio de una alimentación exclusiva permite disminuir los costos ya que para el país

representa un egreso económico de $331 a $475 dólares por infante durante el primer día de vida, mientras que $200,000 dólares es el costo promedio por niño para tratar la enterocolitis necrosante, una de las principales consecuencias de la lactancia artificial. Si se siguieran las recomendaciones de la OMS en términos de lactancia materna, se ahorrarían hasta $2,429.5 millones de dólares, según estimaciones de recientes investigaciones del Instituto Nacional de Salud Pública.

La lactancia materna constituye un derecho fundamental de las madres y de sus hijos, cuya continuidad resulta esencial para la salud y el bienestar de ambos. No obstante, la reincorporación de las mujeres al ámbito laboral puede representar un desafío para su sostenimiento, particularmente ante la ausencia de apoyo institucional y de recursos adecuados en el entorno de trabajo. De acuerdo con un informe de UNICEF realizado en Uruguay, el trabajo remunerado fue identificado como un factor determinante en la práctica de la lactancia materna. En este contexto, la implementación de salas de lactancia se reconoce como una estrategia que favorece la conciliación entre la maternidad y la vida laboral, ya que tanto usuarias como responsables de recursos humanos en Montevideo refirieron que estos espacios proporcionan privacidad, comodidad y mayor tranquilidad durante el proceso de extracción y conservación de leche materna (8).

Al respecto, Giraldo et al. destacan que es fundamental la creación de salas de lactancia para proteger y promover la lactancia en madres que deben equilibrar sus responsabilidades académicas o laborales con la maternidad. Estos espacios proporcionan un entorno seguro, privado y accesible para que las madres puedan extraer y almacenar leche materna, superando las barreras que enfrentan en entornos educativos, como la falta de espacios adecuados y políticas institucionales claras (9).

Un punto importante es que la ausencia de estas salas puede llevar a que las madres recurran a lugares inapropiados, afectando negativamente su experiencia y aumentando el riesgo de abandonar la lactancia prematuramente. Por lo tanto, es esencial que las instituciones educativas prioricen la creación de salas de lactancia que cumplan con criterios de accesibilidad, privacidad y dotación adecuada.

Aunado a lo anterior, la implementación de estas salas no solo beneficia a las madres y sus hijos, sino que también contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, fomentando la salud materno-infantil y reduciendo las desigualdades en el acceso a la educación para mujeres lactantes. Fomentar y apoyar la lactancia materna es responsabilidad de todos, los retos que abarcan tanto las dificultades físicas como las familiares, socioculturales y políticas, las cuales, al recibir un apoyo adecuado, las probabilidades de mantener la LME son aún mayores (10).

PARTE EXPERIMENTAL

Esta investigación empleó un diseño cuantitativo, observacional, transversal, prospectivo y descriptivo. El muestreo se realizó por conveniencia, seleccionando a los participantes con base en su disponibilidad y accesibilidad, incluyendo a todos aquellos que aceptaron voluntariamente participar en esta investigación.

Se incluyeron padres dentro de los primeros seis meses de LME que utilizaron la sala de lactancia de la FES Iztacala, así como hombres y mujeres en funciones de apoyo a la LME que hicieron uso de este espacio. La muestra contempló tanto a población interna como externa de la institución que utilizara activamente la sala de lactancia.

Se excluyó a la población que no hiciera uso de las instalaciones, a quienes utilizaran fórmulas lácteas como alimento sustituto o complementario, y a aquellos que superaran el periodo de seis meses de LME. Asimismo, fueron excluidos quienes abandonaron la sala de lactancia o interrumpieron la LME debido a exigencias laborales o académicas.

La muestra final estuvo conformada por 30 usuarios de la sala de lactancia ubicada en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Se incluyeron únicamente aquellos individuos que expresaron su

deseo de participar y compartieron su opinión sobre el uso del área. Antes de la aplicación de las encuestas, se les proporcionó a los participantes un consentimiento informado para garantizar que los usuarios conocieran los objetivos de la investigación y brindaran su autorización.

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante la cuantificación de los resultados obtenidos para su tabulación y gratificación; se identificaron las tendencias y niveles de satisfacción. Por último, los resultados se ordenaron y describieron para su posterior interpretación y discusión.

El marco ético-legal que reguló y guió tanto al procedimiento investigativo como la protección de los derechos de los participantes en este estudio, se encuentra conformado por las normativas éticas y legales vigentes en México.

Esta investigación cumplió con las disposiciones establecidas en la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos, en su Título Quinto Capitulo Único, sobre la Investigación para la Salud, que regula la realización de investigaciones que involucren a seres humanos (Ley General de Salud, 2024). Conforme a esta ley, el estudio se clasificó como una investigación de riesgo mínimo, ya que únicamente se realizaron entrevistas para recopilar información objetiva de los participantes sin intervención médica.

Conforme al principio de beneficencia, aunque no se ofrecieron beneficios directos, los resultados de este estudio pueden contribuir significativamente al mejoramiento del servicio de la sala de lactancia de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. No se anticiparon riesgos significativos para los participantes de esta investigación, se respetó el principio de no maleficencia. El principio de autonomía reconoció la capacidad del participante para tomar decisiones informadas respecto a su participación en el estudio; si en algún momento el participante lo requirió, tuvo el derecho de pausar la entrevista o decidir no continuar, sin que ello conlleve ninguna consecuencia negativa. Se cumplió con el principio de justicia, la selección de los participantes fue equitativa y sin discriminación de ningún tipo.

RESULTADOS

La población estudiada estuvo conformada principalmente por mujeres, lo cual era esperado debido a la naturaleza del servicio enfocado en la atención materno-infantil. Asimismo, predominó la participación de estudiantes, seguidos por trabajadores y pasantes de la institución. La mayor parte de los usuarios pertenecían a la comunidad interna de la universidad. La edad de los participantes presentó una distribución heterogénea, con una media de 25.22 años.

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población

Variable	(%)
Sexo	
Femenino	75%
Masculino	25%
Ocupación	
Estudiante	66%
Trabajador	25%
Pasante	6%
Ama de casa	3%
Procedencia	
Interna	94%
Externa	6%

Fuente: Elaborada por los autores.

Respecto a la difusión de la sala de lactancia, las redes sociales constituyeron el principal medio a través del cual los usuarios conocieron el servicio, mientras que la gaceta institucional registró la menor frecuencia de respuestas, lo que muestra una mayor presencia de las plataformas digitales entre las vías de acceso a la información del servicio.

En relación con las áreas de oportunidad, las principales observaciones se enfocaron en la infraestructura de la sala; destacando el espacio reducido, la poca iluminación y la necesidad de mayores recursos materiales para mejorar la funcionalidad del servicio. Además, los usuarios señalaron limitaciones en la difusión e información sobre la ubicación, funcionamiento y beneficios de la sala de lactancia.

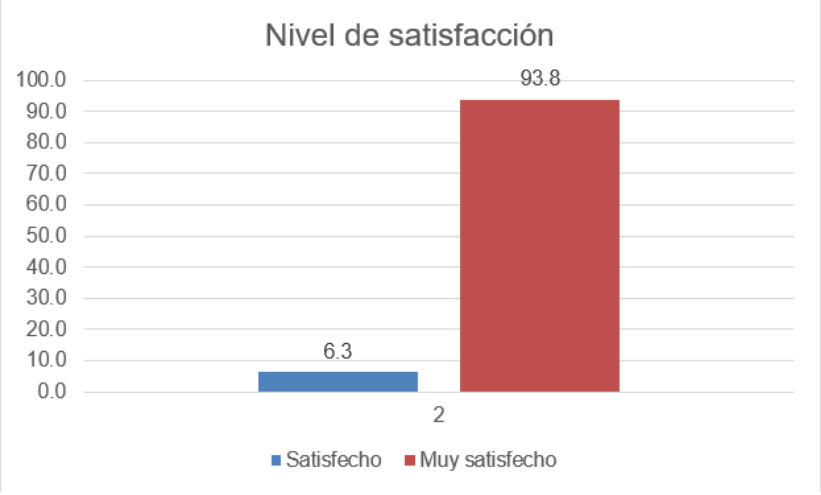
Tabla 2. Difusión del servicio y oportunidades de mejora en la sala de lactancia

Variable	%
Difusión	
Gaceta	3.1%
Internet	15.6%
Redes sociales	40.6%
Carteles	9.4%
Otro	31.3%
Áreas de oportunidad	
Materiales	3.1%
Infraestructura	37.5%
Material didáctico	3.1%
Higiene	3.1%
Difusión	25%
Capacitación	15.6%
Sin observaciones	12.5%

Fuente: Elaborada por los autores.

Respecto al nivel de satisfacción de los usuarios de la sala de lactancia, predominó la categoría de muy satisfecho, sin registrarse usuarios insatisfechos. Estos resultados reflejan una valoración positiva del servicio brindado. Los aspectos mejor evaluados fueron la comodidad y privacidad de los cubículos destinados a la lactancia y extracción de leche materna. No obstante, se identificaron áreas de oportunidad relacionadas con la infraestructura y la difusión del servicio, con el fin de optimizar el aprovechamiento del espacio y fortalecer la experiencia de los usuarios.

Grafica 1. Nivel de satisfacción de los usuarios de la sala de lactancia



Fuente: Elaborada por los autores.

El 93.7% de los usuarios se encuentran muy satisfechos con el servicio brindado en la sala de lactancia mientras que el 6.3% se encuentra satisfecho. Estos resultados reflejan no sólo un trabajo bien hecho, sino que consolidan a este espacio como un entorno fundamental de apoyo y dignidad para las madres, marcando un referente en la atención materno infantil.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos reflejan un nivel de satisfacción positivo por parte de los usuarios los cuales valoraron la calidad del servicio, la comodidad y privacidad. No obstante, algunos aspectos a mejorar; son el espacio reducido que contribuye a la aglomeración de los usuarios y el personal, la difusión a comunidad interna y externa que limita su aprovechamiento.

El desarrollo de esta investigación permitió identificar fortalezas y áreas de mejora en el funcionamiento de la sala de lactancia, destacando la importancia de mantener espacios adecuados que favorezcan la continuidad de la lactancia materna dentro del entorno académico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Guía para la instalación y funcionamiento de salas de lactancia materna en centros de trabajo [Internet]. 2022 [citado 2025 May 6]. Disponible en: https://www.unicef.org/elsalvador/media/4736/file/Gu%C3%ADa%20para%20la%20instalaci%C3%B3n%20y%20funcionamiento%20de%20Salas%20de%20Lactancia%20Materna%20en%20centros%20de%20trabajo
2. Organización Mundial de la Salud. Equidad y salud: la inclusión de mujeres embarazadas y en periodo de lactancia en los ensayos clínicos [Internet]. 2025 [citado 2025 May 6]. Disponible en: https://www.who.int/es/news/item/18-06-2025-equity-and-health-the-inclusion-of-pregnant-and-breastfeeding-women-in-clinical-trials
3. Gobierno de la Ciudad de México. Sala de lactancia materna [Internet]. 2022 [citado 2025 May 6]. Disponible en: https://jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/sala-de-lactancia-materna
4. Iztacala F. Iztacala pone en funcionamiento el lactario [Internet]. Gaceta Iztacala UNAM; 2022 [citado 2025 May 6]. Disponible en: https://fenix.iztacala.unam.mx/?p=37078
5. Ley General de Salud. México: Diario Oficial de la Federación; 2000.[citado 2025 May 6]
6. Secretaría de Salud. PROY-NOM-050-SSA2-2018, para el fomento, protección y apoyo a la lactancia materna. México: Diario Oficial de la Federación; 2018. [citado 2025 May 6]
7. Universidad Nacional Autónoma de México. Riesgos de no amamantar [Internet]. Ciudad de México: Universidad Abierta y a Distancia, UNAM; s.f. [citado 2025 May 6]. Disponible en: https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2585/mod_resource/content/5/UAPA-Riesgos-No-Amamantar/index.htm
8. De León Giordano C, Barbero Portera M, Ribero V. La implementación de las salas de lactancia en el lugar de trabajo. Montevideo: UNICEF; 2023. p. 6-25. [citado 2025 May 6]. Disponible en: https://bibliotecaunicef.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=302
9. Giraldo Marín I, Jaramillo Gil V, Suárez Grisales M, Valencia Trujillo M. Importancia de las salas amigas de la lactancia materna en instituciones educativas. UCV Scientia Biomédica. 2021;4(4):57-65. [citado 2025 May 6]. doi:10.18050/ucvscientiabiomedica.
10. Ares Segura S. Los retos de la lactancia en un mundo complejo. An Pediatr (Barc). 2022;96:283-285. [citado 2025 May 6]. doi:10.1016/j.anpedi.2022.01.001.

RESISTENCIA DE *Pseudomonas Aeruginosa* EN HERIDAS DE PIE DIABÉTICO

Patricia Yazmín Figueroa Chávez, Rodrigo Diaz Balcazar y Jaqueline Figueroa Chávez.

Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
patricia.figueroa@umich.mx

RESUMEN

La diabetes es una enfermedad crónica degenerativa que afecta a múltiples órganos y sistemas, además se pueden presentar complicaciones en las extremidades inferiores es decir, el pie diabético considerándose un padecimiento más grave y con un alto riesgo de infección. Dentro de las bacterias aisladas está *Pseudomonas aeruginosa* destacando por su capacidad de formar biopelículas en la herida y además su resistencia intrínseca a múltiples antibióticos, complicando el tratamiento y aumentando el número de amputaciones de las extremidades. El propósito es analizar la resistencia de *Pseudomonas aeruginosa* aisladas en las lesiones de pie diabético. Se realizó un estudio descriptivo y transversal en 50 pacientes con heridas de pie, se dio el consentimiento informado y se recolectaron muestras mediante hisopado de la herida y muestras remitidas por el médico tratante. La identificación bacteriana y las pruebas de sensibilidad se efectuaron mediante técnicas estandarizadas. Los hallazgos son: en el 84% se aisló un cultivo mixto y en un 16% un cultivo puro, de los cultivos mixtos en un 71% se aisló a *Pseudomonas aeruginosa*, y el 29% de otras bacterias Gram positivas y Gram negativas, las antimicrobianos con resistencia intermedia y totalmente resistentes fueron: los aminoglucósidos como gentamicina en un 50% se encuentran intermedio, en cuanto las cefalosporinas y cefuroxima el 50% son resistentes y el 100% son multirresistentes a ceftriaxona y amoxicilina/ácido clavulánico. Se concluye que la presencia de *P. aeruginosa* con alta resistencia antibiótica en el pie diabético es un desafío en el tratamiento. Ya que la pérdida de la eficacia a diversos antibióticos limita la recuperación del paciente, por ello es importante implementar estrategias que garanticen el uso racional de los antibióticos y que los pacientes antes de ser tratados se realicen un cultivo, con ello se garantiza que el medicamento será efectivo y la recuperación del paciente será favorable con la finalidad de evitar la amputación de la extremidad.

INTRODUCCIÓN

La diabetes es una enfermedad crónica degenerativa que afecta a múltiples órganos y sistemas[1], además se pueden presentar complicaciones en las extremidades inferiores es decir, el pie diabético considerándose un padecimiento más grave y con un alto riesgo de infección[2,3]. Dentro de las bacterias aisladas está *Pseudomonas aeruginosa* destacando por su capacidad de formar biopelículas en la herida y además su resistencia intrínseca a múltiples antibióticos[4], complicando el tratamiento y aumentando el número de amputaciones de las extremidades[3,5].

El siguiente trabajo pretende evidenciar como es un problema de salud pública la presencia de diversos microorganismos patógenos principalmente de *Pseudomonas aeruginosa,* en este tipo de heridas es muy frecuente, pero no solo eso, si no que tiene una elevada multirresistencia a diferentes antibióticos, por eso, es importante mencionar estás prevalencias altas en este tipo de heridas y que se necesita tener cuidado en el tratamiento que se indican ya que no pueden ser no adecuados teniendo consecuencias graves[5].

TEORIA

La Organización Mundial de la Salud (OMS)[1], define a la diabetes como una enfermedad de evolución crónica, con el paso del tiempo el páncreas deja de secretar cantidades suficientes de insulina o también sucede que no se tiene la utilización correcta de la misma, al presentarse hiperglucemia en el paciente no hay un buen control y con el transcurrir de los días, meses, se van

dañando los órganos y sistemas incluyendo el sistema nervioso central, vasos sanguíneos entre otros[1]. Esta enfermedad no solo es exclusiva de cierta edad o género, se cree que muchas personas viven con diabetes y ni si quiera lo saben, es por ello, que se presenta como una enfermedad de salud pública y de prioridad en atención [2].

La diabetes ha tenido un importante cambio durante los últimos años, supera los 830 millones de personas, esto para el año 2022, si bien esta cifra va en aumento. Esta complicación sugiere múltiples enfermedades a nivel de riñones provocando insuficiencia renal, a nivel del sistema cardiovascular como accidentes cerebrovasculares, infarto al miocardio y complicaciones en miembros inferiores (pie diabético) que terminan en amputación[1].

El pie diabético, resulta de una complicación grave derivado de una diabetes mellitus no controlada, y a su vez se presenta acompañada de una infección, presencia de ulceras o muerte de tejidos superficiales y profundos del pie[6]. Sin embargo, todas estas afecciones son el resultado de la interacción de varios factores claves, como el sedentarismo, la alimentación, niveles elevados en sangre[3,5].

Existen diversos componentes principales entorno a la enfermedad estos son:

- *Neuropatía diabética:* Principal afectación en los pacientes se presenta por un daño provocado a nivel de los nervios, lo que se refleja en una pérdida de la sensibilidad tanto a nivel de dolor o cambios de temperatura, como consecuencia de esta pérdida los pacientes, es más fácil que sufran heridas, raspones, que no perciben lo que al transcurrir del tiempo se complica a una atrofia muscular e incluso llegan a presentar modificaciones musculares como deformidades[6,7,8].

- *Enfermedad vascular periférica:* Esta complicación se presenta cuando el paciente tiene complicaciones en la circulación sanguínea de los miembros inferiores, esto debido al daño que sufren los vasos sanguíneos. Es decir, no hay una buena irrigación sanguínea (isquemia), esto trae como consecuencia retardo de la cicatrización de las lesiones, heridas[7,8].

- *Infecciones:* Cuando el paciente tiene la presencia de úlceras, lesiones, heridas que derivaron de una lesión tienden a infectarse, en ocasiones puede ser el proceso infeccioso rápido, tanto por bacterias aerobias o anaerobias, siendo estás últimas las que ocasión gangrena y si no se da tratamiento oportuno sucede la amputación [5,7,8].

El pie diabético representa un gran reto, según estimaciones las personas que tienen diabetes mellitus en un 25% de los casos se presentarán ulceras en las extremidades inferiores[7]. Cuando un pie diabético se infecta, al cultivarse las muestras en la mayoría de las ocasiones se encuentran cultivos mixtos, donde más de una bacteria está presente, es decir presencia de Gram negativas, Gram positivas y anaerobios[6,9].

Las infecciones en el pie diabético, sobre todo las infecciosas representan una gran amenaza para el paciente, y se requiere de atención inmediata, ya que se compromete el pie y la extremidad. Cuando se tiene un diagnóstico temprano es más fácil el tratamiento, sin embargo, es valorar la situación de cada paciente, se debe de realizar un cultivo, para valorar si es infeccioso o no infeccioso mediante cultivo encontrándose diversos microorganismos[9, 11] y los más comunes:

- *Staphylococcus aureus:* Es una bacteria Gram positiva, que forma parte del microbiota normal del ser humano, por eso es muy frecuente su aislamiento en las infecciones superficiales y agudas, puede aislarse en conjunto con otros microorganismos lo que representa una complicación grave en los pacientes por la virulencia de este microorganismo, se puede llegar aislar hasta en un 13.3% de los cultivos analizados [11].

- *Pseudomonas aeruginosa:* Bacteria Gram negativa, no fermentadora de la glucosa, se encuentra en el suelo, el agua, diversas superficies, prevalece en climas cálidos y húmedos[4], su aislamiento diversos estudios se encuentra entre un 38.7%[8] y en otro

estudio en un 33.8%[10]. Este tipo de bacterias además presentan una elevada multirresistencia a los antibióticos convencionales, de donde más se aíslan son de: úlceras profundas, superficiales, exudativas o en pacientes que tengan condiciones húmedas como vendajes[8,10].

- *Enterobacteriaceae:* Es una familia con un amplio grupo de bacterias Gram negativas, fermentadoras de la glucosa, algunas también forman parte de la microbiota normal como: *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*) y en algunas ocasiones *Enterobacter,* son responsables de infecciones crónica y persistentes[8].

- Otros cocos grampositivos: En algunas ocasiones también se llegan aislar algunos estafilococos coagulasa negativa (*Staphylococcus epidermidis*), algunos *Enterococcus faecalis* y muy poco algunos *Streptococcus spp.* (especialmente estreptococos betahemolíticos)[8].

- Bacterias anaerobias: Son de las que menos se aíslan dado que se requieren de cultivos especiales y sus requerimientos no de oxígeno, hacen que el aislamiento sea complejo, sin embargo, se localizan principalmente en infecciones profundas, crónicas, con abscesos suele acompañarse con la presencia de necrosis o gangrena. Las especies bacterianas más reportadas son *Bacteroides spp.* y *Peptostreptococcus spp*[6,10,11].

En las infecciones bacterianas la prevalencia de diferentes bacterias es común lo único que ha de variar es la frecuencia, aunado a este problema de salud pública en la parte de las resistencias a los diferentes antimicrobianos como: fluoroquinolonas, cefalosporinas de primera y segunda generación, aminoglucósidos, teniendo fallas terapéuticas y las consecuencias graves la amputación de las extremidades[10,11]. Por ello, las guías clínicas subrayan la importancia de realizar cultivos mediante biopsia de tejido o legrado profundo para identificar con precisión el agente causal[11].

PARTE EXPERIMENTAL

El objetivo del trabajo es determinar la prevalencia de la resistencia de *Pseudomonas aeruginosa* en muestras analizadas de pacientes con heridas de pie diabético.

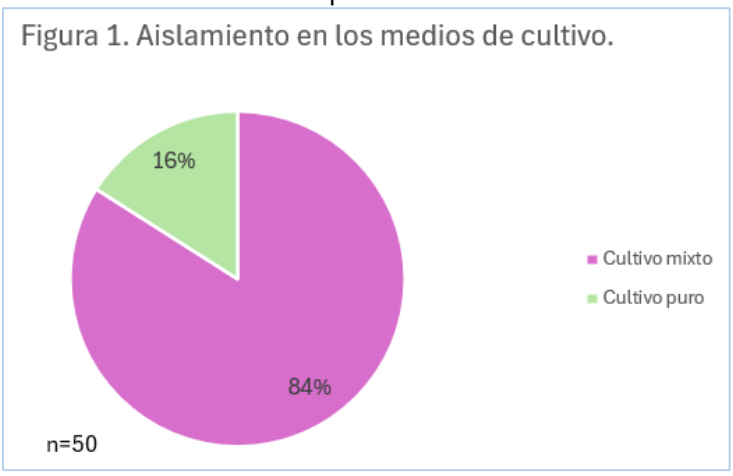
Se realizó un estudio descriptivo y transversal en las muestras de pacientes con pie diabético que enviaron al laboratorio privado. Es importante destacar que las muestras fueron recolectadas por el personal médico tratante, es un médico capacitado y con cédula profesional vigente. Para la recolección de la muestra se les explicó el procedimiento y tratamiento de sus muestras, además de que hizo la firma del consentimiento informado. Y la confidencialidad de los datos se respetará en todo momento y solamente serán utilizados con fines de investigación, para la bioseguridad en el análisis de las muestras se siguieron las indicaciones de las Normas Oficiales Mexicanas, garantizando la seguridad y la calidad. Para el caso de los Residuos Biológicos procesados, se trabajaron de acuerdo con lo establecido en las NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

El procesamiento: las muestras del pie diabético, se registraron y se les realizó una serie de cultivos en medios como gelosa sangre, gelosa Mac Conkey, gelosa Sal y manitol, ya que son los más comunes, posterior a la inoculación en las placas, se incubaron a 36 $\pm$ 1 °C durante 24 horas, posteriormente se hizo la valoración de la morfología colonial y la tinción Gram, de acuerdo con el resultado de la tinción se realizaron las pruebas bioquímicas correspondientes para la identificación de *Pseudomonas aeruginosa*, en todos los medios hubo crecimiento, y se hacen la pruebas confirmatorias como el medio cetrimida, la prueba del OF y la no fermentación en medio TSI por último se hizo la prueba de susceptibilidad a los antimicrobianos por la técnica de Kirby Bauer para determinar y emitir un resultado acorde a los halos de medición.

RESULTADOS

De las 50 muestras analizadas de las heridas de pie diabético, en el 100% hubo crecimiento en los medios cultivos, en la figura 1, se observa que en el 84 % de los casos se tiene un aislamiento mixto, es decir, más de dos microorganismos y en un 16 % se aísla un cultivo puro (solo un tipo de bacteria), es común encontrar este tipo de resultados, dado que son zonas expuestas y los microorganismos están en el ambiente y se pueden establecer para causar el proceso infeccioso.

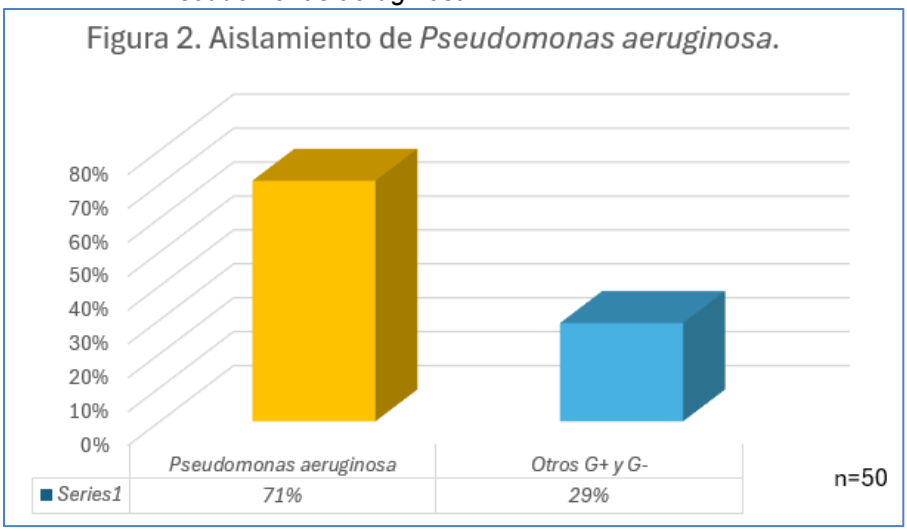
Figura 1. Resultados de los aislamientos en el primo cultivo.



Fuente: Elaboración propia con los datos procesados.

En el caso de los cultivos mixtos para determinar las especies involucradas se realizan pruebas de identificación, desde analizar la morfología colonial y la tinción Gram, son pruebas que orientan el diagnóstico, se realiza el primo aislamiento, de las colonias sugestivas que crecen se hacen las pruebas bioquímicas correspondientes, en la figura 2 se observa que en el 71 % de los casos se encontró una prevalencia de *Pseudomonas aeruginosa* y en el 29 % otro tipo de bacterias tanto Gram positivas y Gram negativas.

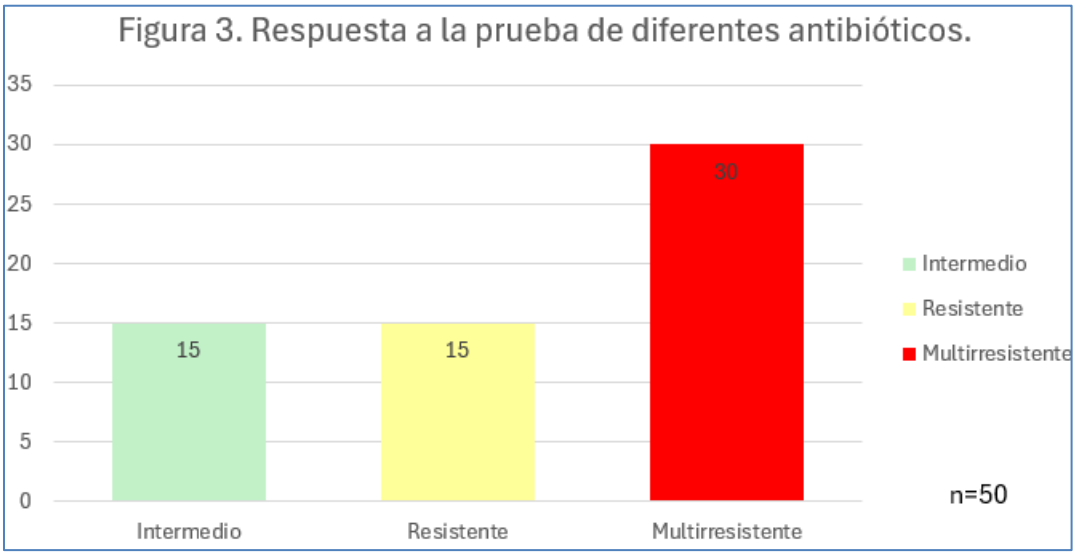
Figura 2. Prevalencia de *Pseudomonas aeruginosa* en el aislamiento de las muestras.



Fuente: Elaboración propia con los datos procesados.

Cuando se tiene la identificación del microorganismo, se debe de realizar un antibiograma este pone de manifiesto de manera cualitativa la sensibilidad o la resistencia a los antibióticos, este acomodo de los sensidiscos es acorde a lo indicado por el CLSI, además de que está técnica permite la

valoración de diferentes familias bajo las mismas condiciones de incubación, cantidad de inóculo y el tiempo, transcurridas las 24 horas, se realizó la medición de los halos de inhibición, al consultar en las tablas estandarizadas se aprecia en la figura 3, la respuesta ante estos antibióticos, con resistencia intermedia en el 50% de los casos a los aminoglucósidos y totalmente resistentes a las cefalosporinas y cefuroxima, además el 100% son multirresistentes a ceftriaxona y amoxicilina/ácido clavulánico.



Fuente: Elaboración propia con los datos procesados.

CONCLUSIONES

La presencia de *Pseudomonas aeruginosa* con alta resistencia antibiótica en el pie diabético es un desafío en el tratamiento. Ya que la pérdida de la eficacia a diversos antibióticos limita la recuperación del paciente, por ello es importante implementar estrategias que garanticen el uso racional de los antibióticos y que los pacientes antes de ser tratados se realicen un cultivo, con ello se garantiza que el medicamento será efectivo y la recuperación del paciente será favorable, la multirresistencia aumenta las tasas de morbimortalidad y el riesgo de amputación. Por ello, se necesita dar prioridad a los cultivos de este tipo de tejidos para tener diagnósticos más certeros.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud [OMS]. Diabetes. 2024 https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes
2. Gobierno de México. Diabetes en México. 2021. https://www.gob.mx/promosalud/acciones-y-programas/diabetes-en-mexico-284509
3. Asociación Americana de Diabetes [ADA]. Complicaciones de la diabetes. s.f. https://diabetes.org/es/sobre-la-diabetes/complicaciones
4. Centro de Control de Enfermedades [CDC]. Acerca de *Pseudomonas aeruginosa.* 2025. https://www.cdc.gov/pseudomonas-aeruginosa/about/index.html
5. Centro de Control de Enfermedades [CDC]. Cómo prevenir las amputaciones relacionadas con la diabetes. 2024. https://www.cdc.gov/diabetes/es/diabetes-complications/como-prevenir-las-amputaciones-relacionadas-con-la-diabetes.html
6. García-Herrera, A.L., Febles-Sanabria R.J., García-Otaño Y. y Moliner-Cartaya M. Cultivo mediante hisopado superficial versus cultivo de la biopsia de tejidos profundos en la infección del pie diabético. 2020. http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v42n5/1684-1824-rme-42-05-2208.pdf
7. Sánchez R.M.G. Diagnóstico de pie diabético con la escala de Wagner en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en la clínica de medicina familiar oriente, ISSSTE. 2014

https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/5890ffc2-bac1-49c1-9f94-9241d1cca70d/content

8. Castro R.K.G. y Albuquerque L.D.A. Susceptibilidad antimicrobiana de agentes bacteriológicos en las infecciones de pie diabético en el Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Argüello. 2016. http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7541/1/244085.pdf
9. Espinoza-Tavera A., Hernández-Gracia, G., Cantú-Ramírez R.C., Ávila-Aguilar S., García-García E.A., Rivera-Sánchez G. y Bocanegra-García V. Prevalencia y perfil de resistencia a antibióticos de microorganismos aislados de infecciones en pie diabético. Área III, Medicina y Ciencias de la Salud. 2014.
10. Contreras. A., Durán A.R., Sibrian B. y Méndez M.V. Resistencia a fluoroquinolonas en *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* aislados de tejidos blandos en pacientes con diabetes mellitus, estado Aragua. 2011. https://ve.scielo.org/pdf/cs/v9n2/art06.pdf
11. Schaper C.N., Netten J.J.V., Apelqvist J., Bus A.S., Fitridge R., Game F., Monteiro-Soares M. y Senneville E. Guías del IWGDF para la prevención y el manejo de la enfermedad del pie relacionada con la diabetes. 2023. https://iwgdfguidelines.org/wp-content/uploads/2024/09/Guia-Espanol-IWGDF-2023.pdf

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES EXTRÍNSECOS E INTRÍNSECOS QUE INFLUYEN EN EL MORFOTIPO DE LA BIOPELÍCULA DE *Salmonella* Spp

Tania Karina Ceja Farias[1], Melesio Gutiérrez Lomelí[1], Pedro Javier Guerrero Medina[1], Luis Fernando Ceja Torres[2] y María Guadalupe Ávila Novoa[1]

[1]Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara, [2]Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Michoacán.
maria.anovoa@academicos.udg.mx

RESUMEN

Salmonella spp. es uno de los principales agentes etiológicos implicados en enfermedades transmitidas por alimentos, esto representa un problema de salud pública importante. Según el Centers for Disease Control (CDC), estima aproximadamente 1,35 millones de infecciones anuales (CDC, 2024). Una de las características que favorece su persistencia y diseminación a lo largo de la cadena alimentaria es su capacidad para formar biopelículas en las superficies inertes de contacto con los alimentos. La biopelícula es una comunidad de células embebidas en sustancias poliméricas extracelulares (EPS) autogeneradas que permiten adherirse a una superficie inerte o viva, esto les confiere protección a las células frente a desinfectantes y/o antibióticos. Existen factores extrínsecos e intrínsecos que regulan la expresión de los genes implicados en la biosíntesis de los componentes de EPS o en las etapas de formación de biopelículas como fimbrias curli o celulosa. De acuerdo con las características macroscópicas de las colonias de *Salmonella* en el medio de cultivo Rojo Congo y Azul de Comassie brillante G se han clasificado en cuatro morfotipos asociados a la expresión de un componente de la matriz de la biopelícula. El morfotipo RDAR (red, dry, and rough), el morfotipo BDAR (brown, dry, and rough), el PDAR (pink, dry, and rough) y el SAW (lisa y blanca). Este estudio se centra en evaluar la capacidad de formación de biopelículas en *Salmonella* a través de la caracterización de sus morfotipos, para ello se analizaron 16 cepas de *Salmonella* spp. aisladas de alimentos en medio de cultivo Rojo Congo y Azul de Comassie brillante G (ARC), bajo cuatro condiciones experimentales, dos temperaturas/tiempos (22 °C/240 h y 35 °C/48 h) y la presencia o ausencia de NaCl. A 22 °C/240 h en ARC, el 100 % (16/16) de las cepas presentó morfotipo BDAR, indicando expresión de fimbrias curli. Al incorporar NaCl al ARC a 22 °C/240 h, 10 cepas (62,5 %) cambiaron a SAW, perdiendo la expresión de fimbrias curli. A 35 °C/48 h en ARC, el 100% (16/16) de las cepas presentaron morfotipo BDAR. Sin embargo, a 35 °C/48 h en el ARC + NaCl, solo 2 cepas (12,5 %) permanecieron con el morfotipo BDAR, mientras que las 14 restantes (87,5 %) presentaron morfotipo SAW.

INTRODUCCIÓN

Salmonella spp. es uno de los principales agentes etiológicos implicados en enfermedades transmitidas por alimentos, esto representa un problema de salud pública importante. Según el Centers for Disease Control (CDC), estima aproximadamente 1,35 millones de infecciones anuales (CDC, 2024). De hecho, este patógeno ha sido asociado con brotes vinculados al consumo de alimentos frescos como frutas y hortalizas, leche y derivados lácteos, huevos, carnes, embutidos y otros productos procesados.

Además, una de las características que favorece su persistencia y diseminación a lo largo de la cadena alimentaria es su capacidad para formar biopelículas en las superficies inertes de contacto con los alimentos (Ávila-Novoa, *et al.*, 2021), por lo que esta se considera una fuente de contaminación continua para los alimentos generando pérdidas económicas para la industria y una afectación a la salud del consumidor.

La biopelícula es una comunidad de células embebidas en sustancias poliméricas extracelulares (EPS) autogeneradas que permiten adherirse a una superficie inerte o viva, esto les confiere protección a las células frente a desinfectantes y/o antibióticos (Ávila-Novoa, *et al*., 2021). Si embargo existen factores extrínsecos e intrínsecos como son requerimientos nutricionales, pH, tensión de oxígeno, tipo de superficie, temperatura y tipo de cepa, que regulan la expresión de los genes implicados en la biosíntesis de los componentes que integran a las EPS contribuyendo así en las diferentes etapas de formación de biopelículas de acuerdo con las características de *Salmonella* spp. sus fimbrias curli o la síntesis de celulosa asociados a la etapa de adhesión y maduración (Gerstel, & Römling, 2003).

De acuerdo con las características macroscópicas de las colonias de *Salmonella* en el medio de cultivo Rojo Congo y Azul de Comassie brillante G (ARC) se han clasificado en cuatro morfotipos asociados a la expresión de un componente de la matriz de la biopelícula. Los morfotipos reflejan la producción de componentes clave de la matriz extracelular, como las fimbrias curli y la celulosa. El morfotipo RDAR (red, dry, and rough) indica la coexpresión de ambos componentes, mientras que el morfotipo BDAR (brown, dry, and rough) se asocia solo a la producción de curli, el PDAR (pink, dry, and rough) solo a celulosa y el SAW (lisa y blanca) que no presenta ninguno (Ávila-Novoa, *et al*., 2021; Zogaj, *et al*., 2003).

La expresión de estos factores de adherencia está regulada por el gen *csgD*, que actúa como un interruptor en la transición entre el estado planctónico y la biopelícula, y a su vez, la expresión de este gen está altamente regulada por condiciones ambientales mediadas por reguladores de respuesta y proteínas (Zogaj, *et al*., 2003).

Este proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar como influyen los factores ambientales y nutricionales en la capacidad de formación de biopelículas y caracterización de morfotipos de Salmonella spp.

METODOLOGÍA

Se analizaron 16 cepas de Salmonella spp. colectados de frutas y hortalizas de acorde al manual analítico bacteriológico (BAM) utilizando medios selectivos y/o diferenciales como agar xilosa, lisina y desoxicolato (XLD), agar hektoen entérico (HE) y agar sulfito bismuto (SB) incubándose a 35ºC durante 24 - 48 h seleccionado colonias para una detección y confirmación mediante perfil bioquímico y serológico (BAM, 2026). La caracterización fenotípica de los morfotipos de Salmonella spp. se realizó mediante el protocolo de Zogaj et al., 2003 y Paz-Méndez et al., 2017 utilizando el medio de cultivo agar rojo Congo (ARC) (agar Luria-Bertani sin NaCl, Rojo Congo (40 µg/mL) y Azul de Coomassie brillante G (20 µg/mL); y ARC con algunas modificaciones.

Posteriormente se realizó la activación de cada una de las cepas de *Salmonella* spp. en caldo soya tripticaseína (TSB) a 35ºC / 24 h. A continuación, se inoculo cada una de las cepas en los medios de ARC y ARC + NaCl (0.1%) considerando a su vez dos temperaturas de incubación (22 °C y 35 °C) durante 48 h y 240 h. Finalmente, la expresión de fimbrias curli y celulosa se determinó mediante la evaluación macroscópica de la morfología, textura y coloración de las colonias desarrolladas, clasificándolas en los morfotipos RDAR, BDAR, PDAR, SAW conforme a los criterios microbiológicos estandarizados (Ávila-Novoa, *et al*., 2021; Zogaj, *et al*., 2003).

RESULTADOS

La evaluación de las características macroscópicas de las 16 cepas de *Salmonella* spp. demostró cambios morfológicos en respuesta a las variaciones de salinidad (0 y 0.1% NaCl), temperatura (22 y 35ºC) y tiempo de incubación (48 – 240 h). En la tabla 1 se detallan los morfotipos de *Salmonella* spp. identificados de acorde a las condiciones experimentales. y en la figura 1 se muestran algunas características macroscópicas de estos.

Tabla 1. Efecto del NaCl y la temperatura sobre la expresión de morfotipos asociados a la biopelícula en aislamientos de *Salmonella* spp. (n=16).

Temperatura	Tiempo de incubación	Condición	Morfotipo BDAR (Curli +)	Morfotipo BDAR (Curli -)
22 °C	240 h	ARC	100% (16/16)	0% (0/16)
	240 h	ARC +NaCl (0.1%)	37.5% (6/16)	62.5% (10/16)
35 °C	48 h	ARC	100% (16/16)	0% (0/16)
	48 h	ARC + NaCl (0.1%)	12.5% (2/16)	87.5% (14/16)

En el ARC en ausencia de NaCl el 100 % de los aislamientos (16/16) expresaron el morfotipo BDAR, denotando la expresión selectiva de fimbrias curli tanto a 22 °C como a 35 °C (Figura 1A y 1B).

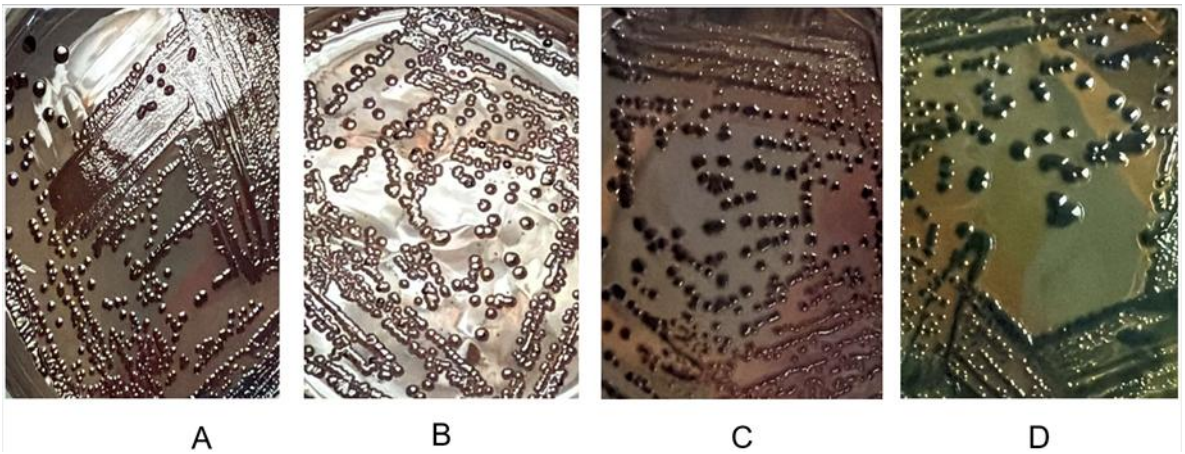


Figura 1. Características macroscópicas de acorde a los morfotipos de *Salmonella* spp. (A) BDAR (colonia café, seca y rugosa) a 35ºC en ARC ; (B) BDAR (colonia café, seca y rugosa) a 22ºC en ARC ; (C) BDAR (colonia café, seca y rugosa) a 35ºC en ARC + NaCl; (D) SAW (colonias lisas).

No obstante, la adición de NaCl al ARC (ARC + NaCl) induce una represión de este factor de adherencia, mostrando el morfotipo SAW (colonias lisas; Figura 1D). A 22 °C en ARC + NaCl, el 62.5% (10/16) de las cepas mostró el morfotipo SAW. Este efecto mostró un sinergismo al combinarse una temperatura de 35 °C en presencia de NaCl, donde el 87.5% (14/16) perdió la capacidad de expresar fimbrias curli, mostrando el morfotipo SAW, permaneciendo únicamente dos aislamientos (12.5%) con el morfotipo BDAR activo (Tabla 1; Figura 1C).

DISCUSIÓN

En ausencia de NaCl, la totalidad de los aislamientos mostró el morfotipo BDAR tanto a 22 °C como a 35 °C, esto confirma que todos los aislamientos poseen la capacidad natural de producir fimbrias curli. Sin embargo, la adición de NaCl al medio ocasionó en la mayoría de las cepas, la perdida de la capacidad de expresar este factor de adherencia, mostrando el morfotipo no productor (SAW), un comportamiento que concuerda con lo reportado por Paytubi *et al*. (2017), quienes demostraron mediante estudios transcripcionales que el incremento en la osmolaridad por NaCl deprime severamente la actividad del gen regulador *csgD*, responsable de activar el operón *csgBAC* que regula la producción de las fimbrias curli.

Es importante destacar que el efecto represor del estrés osmótico se intensificó por el factor térmico. A 22 °C en el ARC + NaCl, el 62.5% de las cepas dejó de expresar el morfotipo BDAR, sin embargo,

al subir la temperatura a 35 °C con NaCl, el número de cepas que perdió este morfotipo aumentó al 87.5%. Esta susceptibilidad fenotípica a temperaturas elevadas también fue documentada por Vidal de Oliveira *et al*. (2013), quienes evaluaron cepas de *Salmonella* de origen aviar y reportaron una reducción drástica en la expresión del morfotipo regulado por *csgD* a 35 °C, donde la frecuencia disminuyó del 55.2% a solo el 2.3%. Esto demuestra que las temperaturas elevadas desestabilizan la expresión o conformación de CsgD.

Sin embargo, la persistencia del morfotipo BDAR en un 12.5% (2/16) de los aislamientos en condiciones de 35 °C en ARC + NaCl, representan un riesgo.

CONCLUSIONES

Aunque la totalidad de las cepas evaluadas son genéticamente capaces de expresar fimbrias curli en condiciones óptimas (22 °C en ARC), el estrés térmico y salino reduce drásticamente dicha capacidad. Sin embargo, la variabilidad observada entre los aislamientos, particularmente el 12.5% de las cepas que preservan el fenotipo BDAR a 35 °C en ARC + NaCl, sugiere diferencias en la regulación del operón *csg* o en la estabilidad del regulador *CsgD*. Estos hallazgos poseen una alta relevancia para la industria alimentaria, ya que las fluctuaciones de temperatura y NaCl en el entorno alimentario pueden ser factores que promuevan la expresión de factores de virulencia asociados a la capacidad de formación de biopelículas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews, WH., Wang H, Jacobson, A., Ge, B., Zhang, G., Hammack, T. *Salmonella* (BAM Chapter 5). In Bacteriological Analytical Manual (BAM); FDA: Rockville, MD, USA, 2026. Disponible en https://www.fda.gov/media/191707/download?attachment (consultado el 31 de mayo de 2026).
2. Ávila-Novoa, M. G., Guerrero-Medina, P. J., Navarrete-Sahagún, V., Gómez-Olmos, I., Velázquez-Suárez, N. Y., De la Cruz-Color, L., & Gutiérrez-Lomelí, M. (2021). Biofilm formation by multidrug-resistant serotypes of *Salmonella* isolated from fresh products: Effects of nutritional and environmental conditions. Applied Sciences, 11(8), 3581.
3. CDC. (Centers for Disease Control and Prevention). (2024). About *Salmonella* Infection. Disponible en https://www.cdc.gov/salmonella/about/ (Consultado el 9 de febrero de 2026).
4. Gerstel, U., & Römling, U. (2003). The *csgD* promoter, a control unit for biofilm formation in *Salmonella typhimurium*. Research in microbiology, 154(10), 659-667.
5. Paytubi, S., Cansado, C., Madrid, C., & Balsalobre, C. (2017). Nutrient composition promotes switching between pellicle and bottom biofilm in *Salmonella*. Frontiers in Microbiology, 8, 2160.
6. De Oliveira, D. C. V., Fernandes Junior, A., Kaneno, R., Silva, M. G., Araujo Junior, J. P., Silva, N. C. C., & Rall, V. L. M. (2014). Ability of *Salmonella* spp. to produce biofilm is dependent on temperature and surface material. Foodborne pathogens and disease, 11(6), 478-483.
7. Zogaj, X., Bokranz, W., Nimtz, M., & Römling, U. (2003). Production of cellulose and curli fimbriae by members of the family Enterobacteriaceae isolated from the human gastrointestinal tract. Infection and immunity, 71(7), 4151-4158.

TINCIÓN DE KINYOUN PARA EL DIAGNÓSTICO DE *Cryptosporidium Spp* EN NIÑOS Y ADULTOS

Arnulfo Ramón Eufracio Maciel, Alma Coral Rodríguez Ornelas, Keyla Monserrat Segura García Grecia Mineli Torres Arciniega, Cristofer Torres García, Ramón Alexandro Murillo Rodríguez y Astrid Annelory Bautista Magallon.

Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara.
arnulfo.eufracio@academicos.udg.mx

RESUMEN

Cryptosporiidum es un protozoario parásito frecuente responsable de cuadros diarreicos en humanos y animales, con mayor impacto en niños pequeños que viven en condiciones sanitarias deficientes. Aunque en individuos inmunocompetentes la infección suele ser autolimitada y de curso leve, en personas inmunodeprimidas puede evolucionar hacia formas graves con riesgo potencial para la vida. Aunque se dispone de métodos moleculares y serológicos avanzados, la tinción ácido alcohol resistente modificada de Kinyoun continúa siendo una técnica accesible y de utilidad para la detección microscópica de ooquistes en heces en entornos de recursos limitados[1]. El objetivo fue aplicar la Kinyoun[2] para determinar la frecuencia de *Cryptosporidium* spp en muestras de heces fecales humanas. Se recolectaron 123 muestras (provenientes de 18 niños y 105 adultos[3]) previo consentimiento informado de los participantes. Para procesar las muestras se evaluó que cumplieran con los criterios de la etapa preanalítica del control de calidad. Se aplicaron métodos directos[2] y de concentración. A partir del método de sedimentación espontanea en tubo[4] se realizó la tinción de Kinyoun para la identificación de coccidias intestinales, específicamente *Cryptosporidium* spp. Se encontró el 1.63% de *Cryptosporidium* spp en dos adultos de la población evaluada (2/123). Uno de los casos positivos (femenino) al protozoario no presentó síntomas gastrointestinales en la semana que otorgó la muestra, mientras que el otro participante masculino presentó dolor abdominal y diarrea. Una de las fortalezas de este trabajo fue que la tinción de Kinyoun se realizó a partir del sedimento del método de sedimentación espontanea en tubo para aumentar las probabilidades de recuperación de ooquistes del protozoario. Una limitación fue que solo se analizó una muestra por participante. Aunque la tinción modificada de Kinyoun representan una herramienta diagnóstica accesible para el diagnóstico de *Cryptosporidium* spp, la literatura enfatiza en la importancia de integrar métodos inmunocromatográficos y moleculares para la identificación de subtipos del protozoario.

INTRODUCCIÓN

La criptosporidiosis es una enfermedad parasitaria causada por protozoarios del género *Cryptosporidium*, considerados agentes etiológicos importantes de diarrea en humanos y diversos animales. La trasmisión ocurre principalmente por vía fecal-oral por medio de la ingesta de ooquistes presentes en agua, alimentos o superficies contaminadas, así como por el contacto directo con personas o animales infectados.

Debido a la baja dosis infectante y a la alta resistencia de los ooquistes a diversos factores ambientales y desinfectantes convencionales, este parásito representa un importante problema para la salud pública a nivel mundial

La infección por *Cryptosporidium* spp. puede afectar a individuos de cualquier edad; sin embargo los niños pequeños, adultos mayores y personas inmunocomprometidas constituyen los grupos de mayor riesgo. En individuos inmunocompetentes suele manifestarse como una diarrea autolimitada acompañada de un dolor abdominal, nauseas y malestar general. En contraste, en pacientes con imunosupresión (infección por VIH/SIDA, trasplantados o bajo tratamiento inmunosupresor) la enfermedad puede presentar cuadros graves, prolongados e incluso potencialmente mortales.

El diagnóstico oportuno de estos protozoarios parásitos es fundamental para la vigilancia epidemiológica y el establecimiento de medidas preventivas. Aunque actualmente existen métodos inmunológicos y moleculares con elevada sensibilidad y especificidad, su disponibilidad puede verse limitada por los costos y la necesidad de infraestructura especializada. En este contexto, la tinción ácido alcohol resistente modificada de Kinyoun continúa siendo una herramienta diagnóstica ampliamente utilizada en laboratorios clínicos, especialmente en regiones con recursos limitados, debido a su sencillez, bajo costo y capacidad para visualizar los ooquistes característicos del parásito mediante microscopia óptica.

Diversos estudios han señalado que la combinación de métodos coproparasitoscópicos de concentración con técnicas de tinción específicas puede aumentar la probabilidad de detección de *Cryptosporidium* spp. particularmente en infecciones con baja carga parasitaria. Entre estos métodos de concentración destaca la técnica de sedimentación espontánea en tubo, la cuál favorece la recuperación de estructuras parasitarias presentes en las muestras y mejora el rendimiento diagnóstico.

Considerando la importancia clínica y epidemiológica de la criptosporidiosis, así como la necesidad de contar con estrategias diagnósticas accesibles y efectivas, el presente estudio tuvo como objetivo aplicar la tinción de Kinyoun para determinar la frecuencia de *Cryptosporidium* spp. en muestras de heces fecales de niños y adultos, empleando previamente una técnica de concentración para favorecer la recuperación de ooquistes de este protozoario.

TEORÍA

1. Epidemiología

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que *Cryptosporidium* spp. es el parásito protozoario más común que causa diarrea en todo el mundo. La criptosporidiosis es una infección entérica humana de considerable incidencia tanto en países desarrollados como en desarrollo. Si bien los primeros casos fueron notificados en 1976, la enfermedad adquirió verdadera importancia a partir de 1993, oportunidad en la que se produjo el brote epidémico más importante a nivel mundial, en Milwaukee, EE. UU., que afectó a más de 400.000 personas. En los países en desarrollo, es responsable del 8% al 19% de los casos de enfermedades diarreicas. En los Estado Unidos se estima que cada año ocurren 748, 000 casos de criptosporidiosis. Es el segundo patógeno más común identificado entre los niños africanos y asiáticos de 1 a 11 meses en busca de atención, la transmisión es a través de la vía oral-fecal (Pedersen y col., 2014). Se ha informado de infecciones por *Cryptosporidium* spp. en diversas poblaciones con alteraciones graves del estado inmune, como en los enfermos con SIDA. Los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. se transmiten a través de agua de consumo no filtrada, mediante la ingestión de alimentos o fómites contaminados, aguas de piscinas, leche de vaca, verduras y vegetales contaminados.

2. Morfología

Los ooquistes de Cryptosporidium spp son esféricos, miden generalmente de 4 – 6 micrómetros, tienen cuatro esporozoítos, mismos que en ocasiones son visibles dentro de los ooquistes.

3. Ciclo biológico

Cryptosporidium presenta reproducción asexual durante su ciclo de vida denominada esquizogonia y reproducción sexual llamada gametogonia y esporogonia, con varios estadios. Las fases asexuales son trofozoíto, esquizonte I y II, y merozoítos; las fases sexuales son microgametocitos y macrogametocitos, que se convierten en microgameto y macrogameto, cigoto y ooquiste con cuatro esporozoitos.

Los esporozoitos y merozoitos presentan complejo apical. La fase infectante del parásito es el ooquiste, que contiene cuatro esporozoitos desnudos; es eliminada en las heces que contaminan agua y alimentos. El ooquiste de pared gruesa ingresa al huésped por vía oral. El ooquiste sufre una

transformación en el trayecto del estómago hacía el intestino delgado; dicha transformación consiste en la destrucción de la pared, y los esporozoitos se liberan. Esto se debe a la presencia de factores como enzimas, sales biliares, estrés osmóticos y un pH de 2.0 (estómago). Durante el proceso, el esporozoito se transforma en trofozoíto y queda dentro de una vacuola parasitófora en una localización intracelular.

El trofozoíto inicia un proceso de reproducción asexual, esquizogonia, durante el cual divide su núcleo tres veces y forma una célula octanucleada en un tiempo de 16 horas, el cual recibe el nombre de esquizonte I. cada núcleo del esquizonte I viaja hacia la periferia y se rodea de membrana plasmática. Los ocho merozoitos se liberan de la célula huésped e infectan por separado a nuevos enterocitos adyacentes; repiten la esquizogonia y cada uno forma otro esquizonte llamado esquizonte II, que en 24 horas originan cuatro merozoítos esféricos y pequeños. Cada merozoito derivado del esquizonte II se libera una nueva célula, inicia la gametogonia y origina al macrogametocito (femenino) o microgametocito (masculino).

Las células sexuales diploides se han formado 36 o 48 horas después de la infección. Los microgametocitos contienen hasta 16 núcleos y los macrogametocitos solo uno. En el caso de los primeros, sus núcleos migran hacía la periferia, y luego brotan y adquieren forma de bala y se convierten en nuevas células llamadas microgametos, que contienen un núcleo haploide compacto central y están rodeados de microtúbulos. Por otro lado, los macrogametocitos se agrandan y sintetizan numerosos gránulos de amilopectina y cuerpos formadores de pared para formar macrogametos haploides. El microgameto sale de la célula de huésped y penetra a la célula que contiene un macrogameto; se lleva a cabo la fecundación para formar el ooquiste (diploide) 72 horas después de la infección. Se ha observado la presencia de dos tipos de ooquistes, 20% con pared delgada y 80% con pared gruesa. Los ooquistes de pared delgada no abandonan el huésped y son responsables de los ciclos de autoinfección interna muy persistentes en personas con inmunodeficiencia; los ooquistes de pared gruesa se excretan en las heces.

4. Patología y manifestaciones clínicas

La cryptosporidiosis es causa importante de enfermedades diarreicas en países en desarrollo como en los industrializados, se caracteriza principalmente por la presencia de seis a ocho episodios de diarrea acuosa al día. La diarrea causada por la infección es generalmente autolimitada en los seres humanos inmunocompetentes. Los síntomas incluyen: náuseas, vómitos, diarrea voluminosa y acuosa, deshidratación, malestar abdominal, anorexia, fiebre, fatiga y problemas respiratorios con síntomas crónicos y con riesgo de muerte entre inmunocomprometidos.

5. Diagnóstico

El diagnóstico de criptosporiosis debe ser considerado en todos los pacientes que presenten diarrea persistente, especialmente si son inmunocomprometidos. El método más útil para el diagnóstico de las formas intracelulares del parásito se realiza mediante el estudio de biopsias intestinales, estas muestran los estadios parasitarios que atacan la superficie de las células epiteliales, la mayoría son basófilos y se tiñen bien con hematoxilina-eosina o con tinción de Giemsa, se puede observar la atrofia de las vellosidades, la hiperplasia de las criptas intestinales y la localización de los diferentes estadios del parásito. La detección de ooquistes se realiza en las heces del paciente y su excreción coincide con los síntomas clínicos, aunque pueden aparecer en forma esporádica después de la resolución de los síntomas.

En heces, los métodos de diagnóstico más usados son el Kinyoun modificado y el Ziehl - Neelsen. Con estas tinciones, los ooquistes de spp. se observan ácido resistentes (de color rojo). La sensibilidad en el diagnóstico se aumenta utilizando muestras seriadas. Entre los métodos de concentración más utilizados están: Sheather (con sacarosa), Faust (flotación con sulfato de zinc), SET (sedimentación espontánea en tubo con solución fisiológica) y Ritchie (centrifugación con formol-éter); debe tenerse cuidado durante el procedimiento de concentración para evitar la aerolización de los parásitos.

6. Tratamiento y prevención
No hay tratamiento, únicamente manejo de soporte. La paliación de la diarrea se hace con espiramicina, este antibiótico macrólido es similar a la eritromicina y a la clindamicina. Se han probado coccidiostáticos, compuestos antiprotozoarios, antibióticos de amplio espectro y aún antihelmíntico pero ningún esquema ha sido eficaz. Otro autor indica que para el tratamiento de criptosporidiosis se recomienda nitazoxanida (en inmunocompetentes) y como alternativa paromomicina.

El riesgo de infección puede reducirse con una completa higiene de manos, sobre todo si hubo una posible contaminación con heces humanas o animales. Tratamiento de agua potable y no potable, lavado de frutas y verduras, control e información a pacientes inmunocomprometidos, así como el consumo de leche no pasteurizada y moluscos marinos o terrestres es un riesgo.

PARTE EXPERIMENTAL

La presente investigación se desarrolló con el propósito de determinar la frecuencia de Cryptosporidium spp en muestras de heces fecales humanas mediante la aplicación de métodos coproparasitoscópicos directos, de concentración y tinción. Para ello, se obtuvieron muestras fecales de participantes que otorgaron previamente su consentimiento informado y se verifico el cumplimiento de los criterios preanalíticos establecidos para garantizar la calidad de las muestras. Posteriormente las muestras fueron procesadas mediante métodos directos y de concentración (sedimentación). Finalmente, a partir del sedimento obtenido se realizó la tinción Kinyoun para la identificación microscópica de ooquistes. A continuación, se describen los procedimientos empleados durante el desarrollo del estudio.

1. Métodos cualitativos directos (examen directo con solución salina y Yodo-Lugol)
El examen directo con solución salina es idóneo para buscar trofozoítos y tiene gran uso en todo el mundo. En hospitales o clínicas, este examen debe ser un método habitual, independientemente de que se utilicen otros métodos de diagnóstico. Los trofozoítos y quistes de los protozoos tienen forma de lente y son transparentes, por lo que suelen brillar.

Los quistes de protozoarios y ooquistes de coccidias pueden también observarse en el examen directo con solución salina, aunque estas formas son más fácilmente detectables después de aplicar un método de concentración y tinción ácido alcohol resistente a diferencia de los huevos y las larvas de helmintos que se identifican con facilidad sin tinción.

El examen directo con una solución de Lugol es útil porque ayuda a diferenciar mejor las estructuras parasitarias, por ejemplo, colorea el glucógeno y permite visualizar los núcleos de los quistes de protozoos, además de inmovilizar los trofozoítos y las larvas. Inclusive llega a destruir las larvas y tiñe diferencialmente algunas de sus partes. Los huevos de helmintos se tiñen con el Lugol y puede identificarse más fácilmente.

El éxito de la detección de los métodos directos depende de la intensidad de la infección. Las muestras de heces líquidas o diarreicas deben examinarse dentro de los 30 minutos de su emisión y no del momento en que llegan al laboratorio. Si esto no es posible se optará por conservar una parte de la muestra y teñirla posteriormente.

Procedimiento
1) Identificar dos portaobjetos uno como solución salina y otro como solución de Lugol.
2) Colocar en el centro de uno de los portaobjetos una gota de solución salina isotónica y en el otro una gota de Lugol parasitológico.
3) Tomar con un aplicador de madera una muestra de aproximadamente 2 mg de heces y suspenderla en la gota de solución salina, retirar las fibras o partículas de gran tamaño con el mismo aplicador.

4) Con otro aplicador volver a tomar 2 mg de muestra y suspenderla uniformemente en la gota de solución de Lugol y retirar también las fibras y otros fragmentos gruesos que estén presentes.
5) Cubrir ambas preparaciones con un cubreobjetos ("primero se aplica un borde el cubreobjetos ligeramente sobre la suspensión y se va bajando hasta que está casi en contacto con el portaobjetos antes de dejarlo caer del todo")
6) Observar al microscopio con objetivo de 10X y luego 40X (Para examinar el frotis empezar la lectura por una esquina de la preparación y se va revisando sistemáticamente toda ella con el objetivo de 10X, si se observa un objeto similar a un parásito, utilizar el objetivo de 40X).

2. M**étodo de sedimentación espontanea en tubo (SET)**
Este método se basa en la capacidad que presentan algunos estadios parasitarios, como los huevos, para sedimentar espontáneamente en un medio menos denso y adecuado como la solución salina fisiológica al 0,9%. Este método representa una alternativa en el diagnóstico de protozoarios y helmintos en relación con el examen directo y el método de concentración por flotación con sulfato de zinc.

Con este método se ha logrado una mayor recuperación de formas vacuoladas de *Blastocystis* sp. Una de las razones de su mayor rendimiento es debido a que este método utiliza de 2 a 5 gramos de materia fecal comparado con la cantidad de heces que utiliza el método directo o de flotación con sulfato de zinc; además con la sedimentación espontánea las formas parasitarias permanecen viables, cuestión importante sobre todo para la identificación de trofozoítos y larvas y no hay distorsión de las formas parasitarias. Incluso este método representa menor riesgo para el personal que realiza el método debido a que no utiliza éter o formol como en el método de Ritchie, el cual es un método de concentración por sedimentación.

Por lo que la sedimentación espontánea en tubo es sencilla, económica y altamente sensible cuando se ha comparado con técnicas como el examen directo, Faust, Ritchie y Sheather, incluso que Kato - Katz, de ahí que se recomiende como método para implementarse en los laboratorios; además el método presenta gran adaptabilidad para el trabajo dentro de un laboratorio como para los estudios de campo y por consiguiente aplicable para el desarrollo de campañas de desparasitación masiva en poblaciones de alto riesgo.

Cuando se realiza un método de concentración por sedimentación se debe tener cuidado al decantar el sobrenadante, debido a que se pueden perder las estructuras parasitarias. Aunque cuando se utiliza un método de concentración por sedimentación como la sedimentación espontanea en tubo esto se puede evitar, porque precisamente ocurre una sedimentación espontanea.

Procedimiento
1) Homogeneizar en un vaso desechable, de 2 a 5 g de materia fecal con 10 mL de solución salina isotónica hasta lograr una suspensión adecuada.
2) Filtrar la suspensión a través de gasa y pasar esta suspensión a un tubo cónico de plástico de 13 x 2.5 cm y 50 mL de capacidad.
3) Completar el volumen con más solución salina hasta la marca de los 50 mL y tapar en forma hermética.
4) Agitar enérgicamente por 30 segundos y dejar reposar por 45 minutos.
5) Eliminar el sobrenadante y con una pipeta tomar una muestra del fondo del tubo.
6) Colocar de 3 a 4 gotas en un portaobjetos y otras 3 a 4 gotas en otro portaobjetos y agregar a la segunda preparación unas gotas de Lugol.
7) Observar sistemáticamente las dos preparaciones.

3. Tinción Kinyoun
Cryptosporidium spp., *Cyclospora cayetanensis* y *Cystoisospora belli* son organismos que causan diarrea grave en huéspedes inmunocomprometidos, pero también pueden causar diarrea en inmunocompetentes. Los ooquistes son difíciles de detectar sin tinción especial y para demostrar la

presencia de estos parásitos se recomienda las tinciones modificadas ácido alcohol resistentes, que a diferencia de la tinción de Ziehl-Neelsen no se requiere calentamiento de reactivos. Los sedimentos de procedimientos de concentración o de muestras conservadas en formol se deben utilizaren esta tinción. Los ooquistes de C*ryptosporidium* spp. toman un color rojo oscuro y se observan gránulos negros destacados dentro de éstos, los cuales se distinguen con facilidad del fondo azul. Los ooquistes de *C. cayetanensis* toman una tinción variable desde rojo oscuro hasta el rojo rosado. En los ooquists de *C. belli* el esporoblasto se tiñe de rojo oscuro y aunque la pared no se colorea queda delineado por un precipitado rojo en su contorno.

Procedimiento

1) Realizar un frotis con una o dos gotas de muestra al centro del portaobjetos de heces fecales, en forma de oval y fino.
2) Dejar secar a temperatura ambiente.
3) Fijar con metanol absoluto 30 segundos.
4) Cubrir el frotis con carbolfucsina durante 1 minuto.
5) Enjuagar con agua destilada para eliminar el exceso del colorante.
6) Decolorar con alcohol ácido por 2 minutos hasta que el color rosa desaparezca.
7) Enjuagar con agua destilada y dejar secar.
8) Teñir con verde de malaquita al 3% durante 2 minutos (Nota: se puede utilizar verde brillante o azul de metileno al 3%).
9) Enjuagar con agua destilada y dejar secar.
10) Colocar un cubreobjetos sobre la preparación teñida.
11) Observar el frotis a 100X con aceite de inmersión.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 123 muestras de heces fecales humanas, correspondientes a 18 niños y 105 adultos, las cuales cumplieron con los criterios preanalíticos establecidos para su procesamiento. Todas las muestras fueron evaluadas mediante examen coproparasitoscópico directo, técnicas de concentración y tinción ácido-alcohol resistente modificada de Kinyoun.

La identificación microscópica de ooquistes permitió detectar la presencia de *Cryptosporidium spp* en 2 de las 123 muestras analizadas, lo que corresponde a una frecuencia del 1.63%. Los casos positivos fueron identificados exclusivamente en participantes adultos, mientras que en la población infantil no se observaron muestras positivas.

Respecto a las características clínicas de los individuos positivos, uno de los casos correspondió a una participante femenina que no manifestó síntomas gastrointestinales durante la semana previa a la toma de la muestra. El segundo caso correspondió a un participante masculino que presentó dolor abdominal y diarrea al momento del estudio.

La utilización de la técnica de sedimentación espontánea en tubo previa a la tinción de Kinyoun permitió obtener sedimentos fecales concentrados para la búsqueda microscópica de ooquistes, favoreciendo la observación de las estructuras compatibles con *Cryptosporidium spp* en las muestras positivas.

CONCLUSIONES

La aplicación de la tinción ácido alcohol resistente modificada de Kinyoun permitió identificar la presencia de *Cryptosporidium* spp en muestras de heces fecales humanas, encontrándose una frecuencia de 1.63% en la población estudiada. Los hallazgos obtenidos evidencian que este protozoario parásito puede presentarse tanto en individuos con sintomatología como en portadores asintomáticos, lo que resalta su importancia epidemiológica y la necesidad de fortalecer las estrategias de vigilancia parasitológica.

Así mismo, la utilización de la técnica de sedimentación espontánea en tubo previa a la tinción favoreció la recuperación de estructuras parasitarias y constituyó una alternativa accesible para optimizar el diagnóstico microscópico. Finalmente, se recomienda complementar la tinción de Kinyoun con métodos inmunológicos y moleculares en futuros estudios, así como analizar múltiples muestras por participante para incrementar la sensibilidad diagnóstica y obtener una estimación más precisa de *Cryptosporidium* spp.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sabooni, S., Salah, H., Singh, R., Al-Qadi, K., Taj-Aldeen, S. J., & Ibrahim, E. (2025). *Comparison of four diagnostic techniques for Cryptosporidium detection in Qatar*. Qatar Medical Journal, 2025(3), 78. https://doi.org/10.5339/qmj.2025.78
2. Clinical and Laboratories Standards Institute. Procedures for the recovery and identification of parasites from the intestinal tract; approved guideline, 2nd Edn. CLSI document M28-A2. Clinical and Laboratories Standards Institute (2005).
3. Organización de las Naciones Unidas. (1989). *Convención sobre los Derechos del Niño*. Naciones Unidas. https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-child
4. Terashima, A., Marcos, L., Maco, V., Canales, M., Samalvides, F., & Tello, R. (2017). Técnica de Sedimentación en Tubo de Alta Sensibilidad para el Diagnóstico de Parásitos Intestinales. *evista e Gastroenterología el erú*, *29*(4), 305–10. https://doi.org/10.47892/rgp.2009.294.469

USO MEDICINAL TRADICIONAL DE LA *Acalypha Subviscida* (HIERBA DEL CÁNCER) EN UNA COMUNIDAD DEL ESTADO DE MORELOS

Octavio Cruz Aragón Villafán, Jennifer Adriana Estevez Mendiola, Dinora Valadez Díaz, Alejandra Carrillo Bucio, María Maricela Carrasco Yépez, Abisay Villanueva Bailón.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
aragonocta4@gmail.com

RESUMEN

El municipio de Temoac, en el Estado de Morelos es una comunidad ubicada en la región oriente que se caracteriza por tierras ricas en minerales, gracias al suelo de origen volcánico que favorece la propagación de diversas especies vegetales con potencial medicinal. Entre las plantas más utilizadas por los habitantes de la comunidad destaca Acalypha Subviscida.

Una Euphorbiaceae conocida localmente como “Hierva del Cáncer”, es una especie nativa de México y se distribuye de manera silvestre en los estados de Morelos, Oaxaca y Veracruz. Para su correcta identificación taxonómica, se recolectó una muestra en estado silvestre y se envió al Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

En la comunidad, las lesiones traumáticas más frecuentes corresponden a heridas punzocortantes secundarias al uso de instrumentos de trabajo agrícola, como cuchillos y machetes; así como laceraciones y mordeduras de animales; ocasionalmente, también se presentan lesiones en ganado y animales domésticos. Ante la limitada disponibilidad de los servicios de atención especializada, se recurre al uso tradicional de la hierba de cáncer, empleando hojas y tallos en forma de fomentos tópicos. Esta práctica tiene como finalidad favorecer el proceso de cicatrización, promover la regeneración tisular y mitigar la sintomatología dolorosa asociada a la lesión, aunado a esto ha sido utilizado como analgésico en otras patologías como el Cáncer, derivando de ahí el nombre.

La presente investigación tuvo un diseño cualitativo, etnográfico, observacional y documental cuyo principal objetivo fue conocer y generar evidencia fotográfica de las experiencias de la comunidad con el uso de la hierba de cáncer. El principal objetivo fue conocer y generar evidencia fotográfica de las experiencias de la comunidad en el uso tradicional de la hierba del cáncer para el tratamiento del dolor.

Se diseño y aplicó una entrevista semiestructurada a diez integrantes de la comunidad. Posteriormente, se realizó un seguimiento y acompañamiento a los usuarios para documentar el proceso de preparación, aplicación y evolución del tratamiento en forma de fomentos. Como principales resultados, se identificó que los fomentos elaborados con la hierba de cáncer podrían actuar como coadyuvantes en la cicatrización y reducción del tiempo de recuperación de las heridas, incluso sin el uso concomitante de medicamentos alópatas. En la mayoría de los casos documentados, se observó mejoría durante la primera semana, sin datos clínicos de infección ni complicaciones visibles en las lesiones que evolucionaron favorablemente hacia la cicatrización.

Finalmente podemos decir que estos hallazgos sugieren que el uso tradicional de *Acalypha Subviscida.* Podría representar una alternativa terapéutica complementaria en el manejo de heridas en contextos rurales. No obstante, se recomienda realizar estudios que permitan hacer uso seguro de la herbolaria, así como respaldar científicamente su uso en comunidades donde forma parte de la medicina tradicional.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se desarrolla en el municipio de Temoac, localizado en la región oriente del estado de Morelos, una región caracterizada por su riqueza agrícola, biodiversidad y amplio conocimiento tradicional sobre el uso de herbolaria o plantas medicinales. Debido a las condiciones geográficas y la fertilidad del suelo influenciado por la cercanía con las zonas volcánicas, esta región favorece al crecimiento de múltiples especies vegetales que son utilizadas de forma terapéutica o como alternativa medicinal. Dentro de las especies reconocidas se encuentra la *Acalypha Subviscida,* conocida popularmente por los habitantes como "Hierba del cáncer", planta que forma parte importante del conocimiento etnobotánico transmitido por generaciones y utilizada principalmente en el tratamiento de heridas e infecciones cutáneas. **(1)**

La familia *Euphorbiaceae,* a la cual pertenece el género de la *Acalypha*, representa uno de los grupos botánicos de mayor diversidad en México. Se encuentra conformada por especies herbáceas, arbustivas y arbóreas distribuidas ampliamente en regiones tropicales y subtropicales. Sin embargo, a pesar de la extensión y relevancia, su clasificación taxonómica aún presenta vacíos importantes en investigaciones contemporáneas. El género *Acalypha* comprende plantas anuales o perennes, generalmente monoicas, con hojas alternas e inflorescencia espiciformes, características que permiten su identificación botánica dentro de la flora mexicana. **(1)**

Esta planta presenta una distribución geográfica amplia dentro de distintas regiones de México y Centroamérica, incluyendo zonas del Golfo, noreste, sureste y suroeste del país además de Guatemala. **(2)** Dentro de las comunidades rurales de Morelos, particularmente en Temoac, esta especie ha adquirido relevancia por sus aplicaciones dentro de la medicina tradicional en el tratamiento de lesiones cutáneas, heridas infectadas, granos y picaduras de insectos o arañas.

En la comunidad, las actividades agrícolas representan una de las principales fuentes económicas y laborales, situación que incrementa las exposiciones a heridas traumáticas, cortaduras, raspaduras y demás lesiones dérmicas. A ello se les suma el acceso limitado a servicios médicos especializados, dificultad económica y geográfica para obtener información inmediata, favoreciendo la conservación y uso de recursos terapéuticos tradicionales basados en la herbolaria. En este contexto, la "hierba del cáncer" se ha fortalecido como alternativa accesible y culturalmente aceptable para manejo de heridas mediante el uso de los tallos y hojas preparados en fomentos o infusiones aplicado directamente en las heridas. Las personas atribuyen a esta planta propiedades cicatrizantes, antiinflamatorias y regenerativas de las cuales se observa disminución de dolor, reducción de inflamación y aceleración de la recuperación tisular.

Las heridas constituyen una alteración de la continuidad de la piel o mucosa ocasionado por agentes físicos, químicos o mecánicos. De acuerdo con la American Cancer Society, una herida representa una lesión física que afecta la estructura del tejido de manera superficial o profunda. **(3)** Estas lesiones pueden originarse por accidentes, quemaduras, golpes, armas y caídas, afectando la integridad, función y calidad de vida. **(4)** Pueden clasificarse según el aspecto, mecanismo de acción o grado de contaminación, existiendo lesiones limpias y superficiales hasta heridas complejas con alto riesgo infeccioso. **(5)**

El proceso de cicatrización precede una serie de eventos biológicos coordinados con la finalidad de restaurar la integridad de la lesión. Este proceso incluye tres fases: inflamatoria, proliferativa y maduración. Durante la fase inflamatoria ocurre la vasodilatación, migración leucocitaria y maduración formando una barrera protectora; posteriormente la siguiente fase desarrolla tejido de granulación mediante actividad fibroblástica y angiogénica; la última etapa el colágeno se reorganiza progresivamente hasta recuperar gran parte de la resistencia de la piel. **(5)** Pero, diversos factores pueden alterar el mecanismo fisiológico, favoreciendo infecciones o heridas crónicas.

Las infecciones en las heridas representan una de las complicaciones más frecuentes y relevantes de salud pública. Ocurren cuando microorganismos patógenos penetran y proliferan dentro del tejido lesionado, especialmente en ambientes cálidos y húmedos. Entre las bacterias más frecuentes Staphylococcus, Streptococcus y Pseudomonas, las cuales pueden entrar mediante la

contaminación externa. **(6)** Los signos clínicos frecuentes son enrojecimiento, edema, calor local, dolor y secreción de secreciones purulentas.

En México y distintas partes del mundo, las heridas agudas y crónicas representan un problema importante debido a la repercusión física, emocional y económica; pacientes con enfermedades como diabetes mellitus presentan un mayor riesgo en desarrollar ulceras y alteraciones en la cicatrización, aumentando la necesidad de tratamientos prolongados y costosos. **(7)** Además, el tratamiento especializado implicado eleva gastos relacionados con hospitalizaciones, personal médico, insumo terapéutico y seguimiento clínico. **(8)**

TEORÍA

Durante la codificación se identificaron diversas categorías relacionadas con el uso tradicional medicinal entre las que destacan el origen de los participantes, experiencias de uso, áreas de aplicación, eficacia entre otras, estas categorías permitieron conocer los patrones más comunes en las experiencias de los habitantes dentro de la comunidad.

Del mismo modo la poca disponibilidad de los servicios médicos, la frecuencia de lesiones asociadas al trabajo agrícola y el conocimiento tradicional mantenido por los habitantes favorecen la adopción y permanencia de prácticas medicinales tradicionales.

El uso de Acalypha Subviscida en una comunidad de Morelos surge entre la interacción del conocimiento tradicional transmitido generacionalmente, las experiencias positivas y las condiciones socio culturales, dando lugar a la preservación y fortalecimiento del uso de la medicina tradicional.

PARTE EXPERIMENTAL

Ante tal panorama, la investigación de plantas medicinales surge como una línea de relevancia dentro del campo de salud y farmacología, esto al integrar conocimiento empírico tradicional con fundamento científico moderno. Diversos estudios relacionados con esta especie han encontrado compuestos bioactivos como flavonoides, alcaloides, glicósidos y lactonas sesquiterpenicas, sustancias asociadas con propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes. **(9)** Estas evidencias respaldan parcialmente el uso tradicional de algunas plantas medicinales empleadas en México para tratar lesiones cutáneas y procesos infecciosos.

El caso de la *Acalypha Subviscida* se ha documentado en usos tradicionales dirigidos al lavado de heridas, tratamiento de infecciones dérmicas, control de diarrea y picaduras de insectos. Aunque el uso comunitario de esta planta se encuentra ampliamente altamente difundido en ciertas regiones rurales, lo cierto es que los documentos son totalmente limitados. Por ello, resulta fundamental documentar las experiencias de las personas que emplean esta especie dentro de la vida cotidiana, así como el análisis de sus posibles beneficios terapéuticos desde una perspectiva académica y etnográfica.

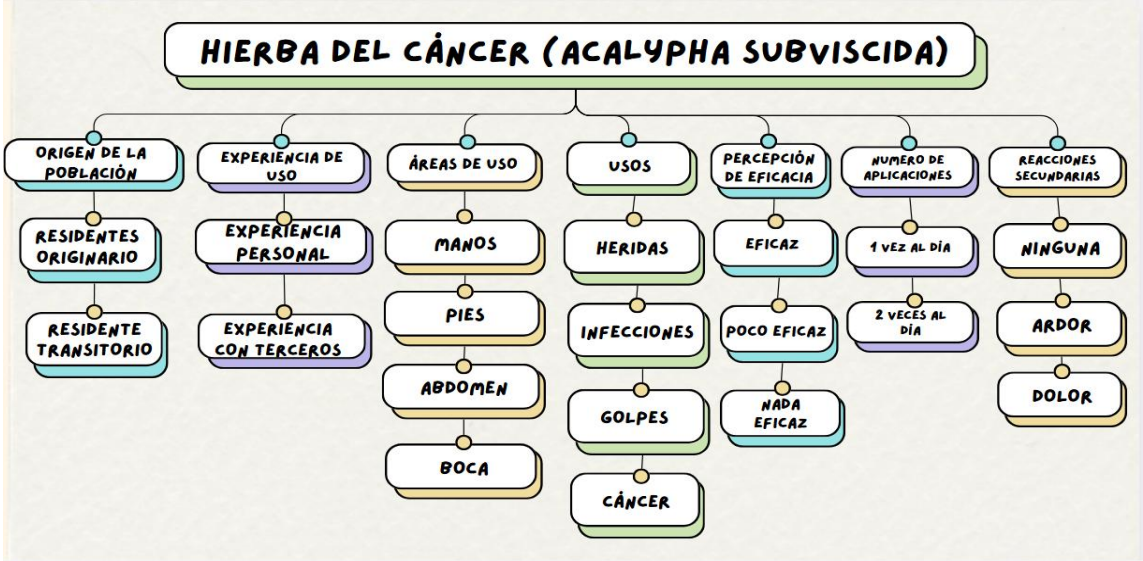
La presente investigación tiene un enfoque cualitativo, observacional, documental y etnográfico, el propósito es la exploración, documentación y análisis de las experiencias relacionadas con la *Acalypha Subviscida* en habitantes de Temoac. Esto a través de entrevistas semiestructuradas y del acompañamiento directo durante la preparación y aplicación de la planta, buscando la comprensión del contexto cultural y terapéutico desarrollado por el conocimiento tradicional. Asimismo, el estudio pretende reconocer las prácticas comunitarias relacionadas con la herbolaria y generar información que permita establecer bases para futuras investigaciones

De esta manera, la investigación no solo pretende describir el uso de la "hierba del cáncer", sino también visibilizar el valor cultural y médico del conocimiento popular transmitido dentro de las comunidades rurales. La integración entre el saber tradicional y la evidencia científica representa una oportunidad importante para fortalecer estrategias terapéuticas, contribuyendo tanto al

reconocimiento etnobotánico mexicano como el desarrollo de alternativas en tratamiento de heridas y procesos de cicatrización.

RESULTADOS

A partir de las respuestas obtenidas de las entrevistas semi estructuradas, se determinaron las siguientes categorías y subcategorías.



Categoría 1: Origen
Los entrevistados de la comunidad mencionan si son residentes originarios o transitorios, personas que al final han llegado a tener experiencias con este tipo de hierba.

- Residente originario
    - Ha vivido toda su vida en la comunidad

“Desde siempre chavo jaja de aquí soy yo” (Rama)
“Yo toda mi vida he vivido aquí…” (Flor)
“Huy, ya hasta voy a ser abuelo, aquí ya heche raíces y todo jaja toda mi vida, solo me fui como 2 años al distrito para trabajar, pero me regrese pronto y ya de ahí, aquí me quede, aquí en esta casita de aquí no me he movido.” (Jacaranda)
“Toda mi vida Tavio, aquí ya vez que acá me dejaron con mis abuelos y mi mamá, y pues siempre he vivido aquí nunca me he ido.” (Pino)
“Pues en Temoac, Temoac unos 10 años ya, pero yo soy de Amilcingo.” (Caléndula)

- Residente transitorio
    - Son originarios de Temoac, pero han vivido mucho tiempo en otros lugares o visitan el pueblo por temporada.

“Ha sí, yo soy de aquí, pues si vivo aquí, pero en realidad estoy viajando mucho, cada 15 días vengo, me quedo un par de días o una semana, y luego me regreso estoy yendo y viniendo.” (Árbol)
“Pues yo nací aquí, pero no vivo aquí directamente vengo cada cierto tiempo, y pues en realidad voy y vengo, soy de aquí, yo crecí aquí un par de años, pero estoy ahorita viviendo en el estado de México por la universidad, pero voy y vengo.” (Cactus)
“Pues diría que la mitad de mi vida porque, un tiempo me fui a vivir al estado de México y estuve viviendo allá hasta hace unos años que me regrese a vivir aquí, ya llevo un par de años aquí, pero digamos la mitad.” (Gardenia)

Categoría 2: Experiencia de uso
Las personas durante las entrevistas nos cuentan en que momentos de sus vidas lo han utilizado, de qué manera han visto su mejoría en las heridas y que es lo que ven durante el proceso.

- Experiencia personal
    - Ha utilizado la planta directamente en él.

"Tenía una uña enterrada, ya vez que en la familia se sufre mucho de eso, entonces me machuque y pues al rato ya tenía pus saliéndome del dedo y así, entonces mi Rosita me puso hierba del cáncer para desinflamar y quitar el pus" (Rama)

"Pues, mi perrita me mordió y pues me dejó una herida bastante grande en el dedo anular izquierdo, me cortó una vena qué pasaba por ahí, ya que estaba como formada la costra por la hemorragia ahí fue cuando empecé a poner este los fomentos de hierba del cáncer, mi dedo se veía pues hinchado, feo y morado por la mordida, pero al momento de usarla pues vi una especie de mejora, ya que también como que me hidrató un poquito por así decirlo." (Cactus)

"primero me fui a lavar con agua y jabón el primer día de la herida y ya me puse ahí papel higiénico hasta que me parara de sangrar, luego fui con la doctora y me hizo igual una curación así nomás sencilla, me mando antibiótico por que fue mordida de perro y pues ya, así me quede el primer día, pero solo me tome el antibiótico 2 días por que se me olvido, ya luego al día siguiente en la mañana fui por hierba del cáncer, la herví y me la puse así como por 5 días, al quinto día ya mi piel estaba cerrada, ya no tenía la herida me dolía y me quedo una especie de dolor así como que me pego en el nervio porque si me toco aquí me duele como si me dieran toques, pero me curo muy rápido." (Gardenia)

"Me corte con el cuchillo así, toda la palma de la mano por andar jugando con un cuchillo porque lo estaba agarrando del filo, lo golpe y pues la fuerza hizo que mientras yo apretaba el cuchillo me cortara toda la palma, me corte feo me abrió toda la mano así a la mitad y me empezó a sangrar mucho y me asuste, primero me llevaron al hospital, me cocieron y me dieron medicamento y todo, y al segundo día mi mamá cuando me iba a hacer curación me puso la hierba del cáncer." (Flor)
"Sí, dos veces una en el pie cuando me di un barretaso y cuando me rasguño la Jodis cuando era bebe, a y cuando tu tía Madai me aventó una piedra en la cabeza." (Jacaranda)

"Sí, me la enseño tu mamá que me la pusiera ya vez que me caí de la moto. La puse a hervir bueno, Candy fue la que me la puso, yo no quería, pero me la puso" (Pino)

- Experiencia por terceros
    - Ha utilizado la planta en alguien más.

"Yo la he utilizado para curar a una perrita pitbull que ya falleció, para curarla de la pansa, tenía cáncer y le ayudaba justamente, se llama hierba del cáncer por que se le pone a la gente que tiene cáncer o al menos eso conozco, de mi mamá que me contaba eso, pero así, yo sé que si ayuda a la cicatrización de la piel y a las infecciones por que lo he visto." (Árbol)
"La primera vez que la ocupe fue con mi perrita que tenía cáncer, le poníamos fomentos en la pansa porque tenía cáncer de piel y con eso la ayudamos para que mejorara poco, yo la ocupe cuando me mordió una de mis perras la mano." (Cactus)
"Tu mamá fue la que me la enseño y me dijo que se la ponga a Toño, a Alex y al flaco cuando lo mordió el perro." (Caléndula)

Categoría 3: áreas de uso
Áreas del cuerpo en que los entrevistados han usado la infusión, si lo han usado continuamente, así como las características de mejoría notables.

- Manos
- Pies
- Abdomen
- Boca

“A ver, pues la usaba más de niño, bueno, mi mamá conmigo, ahorita ya como adulto tengo muchos menos raspones, aunque tiene poco que la utilice, fue por el trabajo que me machuque con el patín de la bodega y me lastime la uña del pie.” (Rama)
“Yo la use para curar a una perrita pitbull que ya falleció, para curarla de la panza que tenía cáncer y le ayudaba justamente, se llama hierba del cáncer por que se le pone a la gente que tiene cáncer o al menos eso conozco, de mi mamá que me contaba eso, pero así yo sé que si ayuda a la cicatrización de la piel y a las infecciones por que lo he visto.” (Árbol)
“La primera vez que la ocupe fue con mi perrita que tenía cáncer le poníamos fomentos en la panza porque tenía cáncer de piel y con eso la ayudamos para que mejorara poco y yo la ocupe cuando me mordió una de mis perras la mano.” (Cactus)
“Pues cuando me mordió mi perrita, me mordió aquí en este dedo y no fue una herida tan profunda, pero si me rasgo un buen cachito y eso que es una chihuahua…” (Gardenia)
“A bueno, a ver pues me corte con el cuchillo así toda la palma de la mano por andar jugando con un cuchillo porque lo estaba agarrando del filo y lo golpe y pues la fuerza hizo que mientras yo apretaba el cuchillo me cortara toda la palma.” (Flor)
“Pues el primer día mi pie así todo hinchado el primer día si sentí como alivio y como hormigueo, como al segundo o tercer día la inflamación bajo mucho” (Jacaranda)
“Me caí ahí en la zanjita me raspé todo el brazo.” (Pino)
“Me lo mordió una de las perras de Yoli, vez que trajo dos negras este, se escapó y lo mordió le arranco un cacho del labio.” (Caléndula)

Categoría 4: usos
Menciones de los usos de la planta, en donde se han utilizado y en el tipo de afecciones en las que ha ayudado a obtener una mejoría.

- heridas
- infecciones
- golpes
- cáncer

“Sí, pues esta planta la utilizamos para curar heridas y bueno otro tanto de cosas en realidad, por ejemplo, conmigo mi mamá me la ha puesto para uñas enterradas para curar heridas como cortadas o raspaduras más que nada eso.” (Rama)
“En realidad la usamos para curar heridas, esto también incluye pues la cicatrización y las infecciones, porque de las veces que la hemos o la he ocupado no utilizó nada más que esa planta y la verdad es que funciona bastante bien.” (Árbol)
“Pues es para cicatrizar la piel y pues para quitar infecciones y pues también pues se llama hierba el cáncer porque se supone que ayuda contra el cáncer. “(Cactus)
“La usamos para curar raspones, quemaduras, cortadas y se baña con eso a las personas que tienen cáncer para ayudarlos con su dolencia.” (Gardenia)
“Pues para curar las heridas así tipo cortadas y raspones y también de animalitos.” (Flor)
“Es para curar heridas e infecciones y se le pone a la gente que tiene cáncer.” (Jacaranda)

Categoría 5: percepción de eficacia
Mención de la eficacia de la planta como tratamiento de heridas por los entrevistados de la comunidad, si realmente les ha ayudado en las heridas.

- eficaz
- poco eficaz
- nada eficaz

“En realidad la usamos para curar heridas, esto también incluye pues la cicatrización y las infecciones, porque de las veces que la hemos o la he ocupado no utilizó nada más que esa planta y la verdad es que funciona bastante bien.” (Árbol)
“Al momento de usarla pues vi una especie de mejora ya que también como que me hidrató un poquito por así decirlo no sé yo vi mejora en, en mi dedo y ya con los días que me la ponía en la mañana y en la noche más o menos al cuarto día ya tenía una cicatrización bastante notoria.” (Cactus)

“Me quedo una especie de dolor, así como que me pego en el nervio porque si me toco aquí me duele como si me dieran toques, pero me curo muy rápido.” (Gardenia)
“Me curo bastante bien por qué no use pomadas solo paracetamol para el dolor por que, si me dolía, pero si fue como una semana la que tardo como curarme si como semana o semana y media.” (Flor)
“2 semanas me duro el hoyo, ahí en la pata claro que, pues tenía que hacer ejercicios de rehabilitación porque si me dolía moverlo, pero la herida me la curo muy rápido.” (Jacaranda)
“Me sangro porque me arranque la costra, pero se me curo rápido.” (Pino)
“Nomas que se curó, pues y si fue rápido yo pensé que me iba a durar como 2 semanas.” (Caléndula)

Categoría 6: número de aplicaciones
Aplicaciones de la infusión de hierba del cáncer

- 1 vez al día

“Porque, por lo general se lo poníamos en la noche porque, pues ella era muy inquieta”. (Árbol)
“Me la puse, así como por 5 días en las noches y ya al quinto día ya mi piel estaba cerrada.” (Gardenia)
“Más cuando me la ponían antes de dormir.” (Flor)

- 2 veces al día

“Pues una o dos veces al día, ponle en la mañana y en la noche.” (Rama)
“Ya con los días que me la ponía en la mañana y en la noche más o menos al cuarto día ya tenía una cicatrización bastante notoria.” (Cactus)

Categoría 7: reacciones secundarias
Las personas que fueron entrevistados mencionan reacciones que pueden percibirse durante el tratamiento con la hierba del cáncer, de las cuales encontramos las tres siguientes micro categorías.

- Ninguna
- Dolor
- Ardor

“Pues no, todos en la familia lo han ocupado y a nadie le ha causado algo, si nada más por ponerlo caliente pues se queda rojito, y como la piel esta pues, así viva pues puede doler tantito, pero pues es por la herida en sí, pero fuera de eso no, la verdad es que no causa nada.” (Rama)
“No, la verdad es que no, yo creo que tiene más beneficios que cosas negativas porque nunca he visto que cause irritación o algo por el estilo, nada más se pone la piel rojita porque se pone caliente, pero no.” (Árbol)
“No, la verdad es que no, al contrario, cada vez mi piel se ponía así de un color bonito ya como piel sana y se fue curando.” (Gardenia)
“No, la verdad es que no, más bien sentía como alivio cuando me la ponían porque si me curaba mi pielecita y también pues se veía mejor.” (Flor)
“No ninguna, me ayudó mucho y me curo rápido.” (Jacaranda)
“No Tavio, nomás que se curó pues y si fue rápido, yo pensé que me iba a durar como 2 semanas, pero en una y algo se me curo capaz si la seguía usando si se hubiera curado más rápido pero ya vez que luego me arto rápido y ya no quiero.” (Pino)

CONCLUSIONES

los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que la hierba del cáncer es un recurso tradicional medicinal que favorece la regeneración de la piel en heridas mediante la aplicación de fomentos elaborados con la planta, mostrando una mejoría notable en la apariencia y cicatrización en la primera semana de tratamiento.

Asimismo, se observó que el conocimiento de esta especie sigue transmitiéndose dentro de la comunidad de Temoac, Morelos, especialmente entre los adultos mayores quienes conservan aun gran conocimiento sobre el uso y aplicaciones de diversas plantas medicinales ocupadas de forma tradicional, sin embargo, debido al número reducido de casos observados es necesario realizar seguimiento con muestras más amplias.

BIBLIOGRAFÍA

1. SCIELO. Euphorbiaceae: una joya de la biodiversidad mexicana. [Online]; 2025. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-4298202600010025
2. Royal Botanic Gardens. Acalypha subviscida. [Online]; 1886. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:1536-2
3. American Cancer Society. Cicatrices y Heridas. [Online]; 2024. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.cancer.org/es/cancer/como-sobrellevar-el-cancer/efectos-secundarios/piel-cabello-unas/cicatrices-y-heridas.html.
4. MedlinePlus. Cortaduras y heridas penetrantes. [Online]; 2025. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000043.htm.
5. Z CS. Heridas. [Online]; 2000. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: http://revistas.uach.cl/html/cuadcir/v14n1/body/art15.htm.
6. MODERN. Cómo reconocer los signos de infección en las heridas. [Online]; 2026. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.modernheartandvascular.com/es/recognizing-signs-of-infection-in-wounds/.
7. Enfermería21. Perfil epidemiológico en usuarios que pertenecen a la clínica del cuidado de la integridad cutánea en un hospital de tercer nivel, México. [Online]; 2023. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.enfermeria21.com/revistas/aladefe/articulo/422/perfil-epidemiologico-en-usuarios-que-pertenecen-a-la-clinica-del-cuidado-de-la-integridad-cutanea-en-un-hospital-de-tercer-nivel-mexico/.
8. PMFARMA. Heridas crónicas y agudas, un problema de salud pública que cuesta alrededor de 2 mil millones de pesos mensuales. [Online]; 2020. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: https://www.pmfarma.com/app/noticias/50066-heridas-cryinicas-y-agudas-un-problema-de-salud-pyblica-que-cuesta-alrededor-de-2-mil-millones-de-pesos-mensuales.
9. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Méxicana. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. [Online]; 2009. Acceso 07 de 05de 2026. Disponible en: http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=cuphea-aequipetala.

EFECTO DE LA MUSICOTERAPIA PARA DISMINUIR EL ESTRÉS EN NEONATOS HOSPITALIZADOS EN UCIN

Ana María Hernández Ixta, Olga Rocío Flores Chávez, Juana Maygualidia Aguilar Gutiérrez, Geu Salomé Mendoza Catalán, Julieta Ángel García y David Jiménez Rodríguez

Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
juana_aguilar@uaeh.edu.mx

.

RESUMEN

El estudio presenta una evaluación del efecto de la musicoterapia en la disminución del estrés en neonatos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). La prematuridad continúa siendo una de las principales causas de mortalidad infantil a nivel mundial, con aproximadamente 13.4 millones de nacimientos prematuros en 2023, representando cerca de uno de cada diez nacimientos. En México, las estadísticas de nacimientos en ese año indicaron un total de 1,157,443 nacimientos, con una prevalencia significativa de nacimientos prematuros y complicaciones neonatales, como malformaciones congénitas, sepsis neonatal y asfixia perinatal, que motivan la hospitalización en la UCIN. La atención en esta unidad se enfoca en neonatos con diferentes grados de edad gestacional, desde inmaduro extremo hasta maduros, siendo crucial el manejo de su estrés para prevenir complicaciones futuras y favorecer su desarrollo. La investigación fue de carácter cuantitativo, con un enfoque relacional y diseño cuasi experimental, utilizando el “Test de estrés en el recién nacido prematuro” como instrumento de medición. Este test evalúa signos autonómicos, motores y el estado de conciencia a través de una escala Likert, aplicada en diferentes momentos para valorar el impacto de la intervención. La muestra incluyó neonatos en diferentes rangos de edad gestacional, a quienes se les aplicaron sesiones de musicoterapia mediante mensajes de audio enviados por sus padres, durante 20 minutos, tres veces por semana. La elección de mensajes de voz de los padres buscaba promover un ambiente familiar que ayudara a calmar y disminuir el nivel de estrés en los neonatos, quienes mostraron signos de autoconservación y respuesta emocional. Los datos obtenidos reflejaron que, antes de la intervención, los neonatos presentaban niveles medios de estrés, en línea con la fisiología habitual en esta etapa de desarrollo. Tras la aplicación de la musicoterapia, se observó una disminución estadísticamente significativa en los signos autonómicos, motores y en el nivel de conciencia. Los resultados indicaron que esta intervención terapéutica redujo los síntomas asociados al estrés, mejorando la estabilidad fisiológica y emocional de los neonatos. Además, el análisis de fiabilidad del instrumento de medición consiguió un coeficiente alpha de Cronbach de 0.756, lo cual indica una alta consistencia interna y confiabilidad del test usado. En conclusión, la investigación confirma que la musicoterapia es una estrategia efectiva para disminuir el estrés en neonatos hospitalizados en la UCIN. La intervención promueve una respuesta fisiológica más calmada, lo que puede contribuir a mejorar el bienestar general del recién nacido, favorecer su desarrollo neurológico y reducir complicaciones asociadas al estrés fisiológico en esta etapa. Por ello, se recomienda integrar la musicoterapia en los protocolos de atención neonatal como una terapia complementaria que aporta beneficios tanto en la respuesta fisiológica como en el bienestar emocional del neonato, fomentando un entorno más tranquilo y humanizado en la atención en la UCIN.

INTRODUCCIÓN

El estrés constituye una respuesta fisiológica y conductual del organismo ante estímulos internos o externos que son percibidos como amenazantes o desafiantes. De acuerdo con Ávila (2024), el estrés es un problema de salud que genera alteraciones biológicas, psicológicas y conductuales, afectando la capacidad de adaptación del individuo frente a diferentes situaciones. En el caso de los recién nacidos hospitalizados, especialmente aquellos ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), la exposición continua a estímulos ambientales, procedimientos

invasivos y la separación de los padres favorecen la aparición de respuestas de estrés que pueden repercutir negativamente en su estabilidad fisiológica y desarrollo neurológico.

Los neonatos, particularmente los prematuros, presentan una mayor vulnerabilidad debido a la inmadurez de sus sistemas orgánicos y neurológicos. La estancia en la UCIN implica la exposición constante a ruidos de monitores, iluminación artificial, manipulación frecuente y procedimientos médicos que pueden alterar los patrones de sueño, la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria y otros indicadores fisiológicos relacionados con el estrés.

Ante esta problemática, la musicoterapia ha surgido como una intervención no farmacológica capaz de favorecer la relajación, promover la estabilidad fisiológica y contribuir al bienestar emocional del neonato. Según Chanda y Levitin (2013), la música influye en diversos mecanismos neuroquímicos relacionados con la liberación de neurotransmisores y hormonas asociadas al placer, la relajación y la regulación del estrés. Asimismo, diversos estudios han demostrado que la aplicación de musicoterapia en neonatos hospitalizados contribuye a mejorar parámetros fisiológicos como la frecuencia cardiaca, la saturación de oxígeno y el estado conductual.

Dentro de las diferentes modalidades de musicoterapia, el uso de la voz de los padres representa una estrategia particularmente relevante, ya que constituye un estímulo familiar que fortalece el vínculo afectivo y favorece la regulación emocional y fisiológica del recién nacido. Filippa et al. (2023) señalan que la voz parental es reconocida por el neonato desde etapas tempranas del desarrollo y puede generar efectos positivos sobre la estabilidad del sistema nervioso autónomo y el desarrollo neurológico.

Por lo anterior, resulta importante evaluar la efectividad de la musicoterapia basada en la voz de los padres como una intervención de enfermería dirigida a disminuir el estrés en neonatos hospitalizados en la UCIN, contribuyendo así a la implementación de estrategias de cuidado humanizado que favorezcan el bienestar y la recuperación de esta población vulnerable.

TEORÍA

Estrés y estrés neonatal

El estrés es una respuesta fisiológica y psicológica del organismo ante estímulos que son percibidos como amenazantes o que exceden la capacidad de adaptación del individuo. De acuerdo con Ávila (2024), el estrés constituye un problema de salud que desencadena cambios biológicos, emocionales y conductuales, afectando el equilibrio y funcionamiento normal del organismo. Esta respuesta involucra la activación de mecanismos neuroendocrinos y autonómicos que permiten afrontar situaciones adversas; sin embargo, cuando la exposición a los factores estresantes es prolongada, puede generar efectos perjudiciales sobre la salud.

En el periodo neonatal, la respuesta al estrés adquiere especial relevancia debido a la inmadurez fisiológica propia del recién nacido. Los neonatos hospitalizados, particularmente aquellos ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), están expuestos a múltiples estímulos que pueden alterar su estabilidad fisiológica y conductual. Schapira y Aspres (2020) señalan que los recién nacidos internados en estas unidades se encuentran sometidos a factores estresantes como el ruido continuo de alarmas y monitores, la iluminación artificial, la manipulación frecuente por parte del personal sanitario y los procedimientos invasivos necesarios para su tratamiento. Estas condiciones incrementan la demanda adaptativa del neonato y favorecen la aparición de manifestaciones de estrés.

La vulnerabilidad es aún mayor en los recién nacidos prematuros, quienes presentan inmadurez neurológica y limitaciones en los mecanismos de autorregulación. Zeiner y Storm (2021) refieren que los neonatos prematuros poseen una menor capacidad para regular sus respuestas fisiológicas y

conductuales frente a estímulos ambientales, lo que incrementa el riesgo de alteraciones en su desarrollo neurológico y emocional.

Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales y factores estresantes

La Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales es un servicio especializado destinado a la atención de recién nacidos que requieren vigilancia continua y cuidados avanzados debido a condiciones clínicas complejas. Aunque estas unidades representan una oportunidad fundamental para la supervivencia neonatal, también constituyen un entorno potencialmente estresante.

Los factores ambientales presentes en la UCIN incluyen ruido constante, iluminación intensa, interrupciones frecuentes del sueño y procedimientos invasivos repetitivos. Fernández Camargo (2023) señala que estos estímulos pueden modificar la estabilidad fisiológica del recién nacido y afectar su capacidad de adaptación al medio extrauterino. De igual manera, Pallás (1997) menciona que la exposición prolongada a condiciones ambientales inadecuadas puede alterar la organización neurológica y conductual del neonato, repercutiendo en su desarrollo posterior.

La exposición continua a estos factores puede provocar alteraciones en la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, patrones de sueño y comportamiento general del recién nacido. Por ello, resulta necesario implementar estrategias orientadas a disminuir los estímulos nocivos y favorecer un ambiente terapéutico más adecuado para el desarrollo neonatal.

Manifestaciones del estrés en el neonato

El estrés neonatal puede identificarse mediante diferentes manifestaciones fisiológicas y conductuales. El instrumento utilizado en la presente investigación se fundamenta en la evaluación de tres dimensiones principales: signos autonómicos, signos motores y signos de conciencia-interacción.

Los signos autonómicos incluyen alteraciones respiratorias y cardiovasculares, disminución de la saturación de oxígeno, cambios en la coloración de la piel y trastornos gastrointestinales como náuseas o regurgitación. Estas manifestaciones reflejan la activación del sistema nervioso autónomo frente a situaciones percibidas como amenazantes.

Por otra parte, los signos motores comprenden hiperextensión de extremidades, arqueamiento de cuello o tronco, espasmos, temblores y movimientos desorganizados. Estas respuestas constituyen indicadores observables de sobreestimulación y dificultad para la autorregulación conductual.

Finalmente, los signos de conciencia e interacción se manifiestan mediante irritabilidad, hiperactividad, alteraciones del sueño, llanto frecuente y dificultades para mantener estados adecuados de atención. La presencia de estas manifestaciones indica que el neonato experimenta dificultades para adaptarse al entorno hospitalario.

Musicoterapia como intervención de enfermería

La musicoterapia es una intervención terapéutica basada en el uso sistemático de la música y sus elementos para promover beneficios físicos, emocionales y psicológicos. La Federación Española de Asociaciones de Musicoterapia (2022) la define como la utilización profesional de la música con objetivos terapéuticos orientados a mejorar la salud y calidad de vida de las personas.

En el ámbito neonatal, la musicoterapia ha sido incorporada como una estrategia no farmacológica para disminuir el estrés y favorecer la estabilidad fisiológica del recién nacido. Diversas investigaciones han demostrado efectos positivos sobre la frecuencia cardiaca, frecuencia

respiratoria, saturación de oxígeno y organización conductual de los neonatos sometidos a esta intervención. Además, representa una alternativa segura, económica y de fácil implementación dentro de las unidades hospitalarias.

Bases neurofisiológicas de la musicoterapia

Los efectos terapéuticos de la música se encuentran relacionados con mecanismos neurobiológicos que influyen directamente en la regulación emocional y fisiológica. Chanda y Levitin (2013) describen que la estimulación musical favorece la liberación de dopamina, serotonina y endorfinas, neurotransmisores asociados con sensaciones de bienestar y relajación. Asimismo, se ha documentado una disminución en los niveles de cortisol, hormona estrechamente relacionada con la respuesta al estrés.

Qiu et al. (2020) encontraron que la musicoterapia aplicada a neonatos favorece la reducción del estrés mediante mecanismos neuroquímicos que disminuyen la producción de cortisol e incrementan la liberación de endorfinas. Estos cambios contribuyen a mejorar la estabilidad fisiológica y a disminuir las respuestas motoras y conductuales asociadas al estrés.

La voz de los padres como estímulo terapéutico

La voz de los padres constituye uno de los estímulos auditivos más importantes durante el desarrollo fetal y neonatal. Filippa et al. (2023) señalan que los fetos son capaces de percibir la voz materna desde aproximadamente la semana 25 de gestación, desarrollando procesos de reconocimiento auditivo que continúan después del nacimiento. Esta capacidad permite que la voz parental funcione como un estímulo familiar y reconfortante durante la hospitalización.

La exposición a grabaciones con la voz de los padres favorece la estabilidad cardiorrespiratoria, mejora la regulación del sistema nervioso autónomo y fortalece el vínculo afectivo entre padres e hijos. Además, promueve la liberación de oxitocina, hormona relacionada con el apego, la reducción de la ansiedad y la sensación de bienestar. Por esta razón, la utilización de mensajes de audio grabados por los padres representa una alternativa terapéutica innovadora y humanizada

Teoría de Organización Sinactiva del Desarrollo del Comportamiento

La presente investigación se sustenta en la Teoría de Organización Sinactiva del Desarrollo del Comportamiento propuesta por Heidelise Als. Esta teoría explica que el comportamiento neonatal depende de la interacción de diversos subsistemas: autonómico, motor, estados de conciencia, atención-interacción y autorregulación. Cuando existe un desequilibrio entre las demandas ambientales y la capacidad adaptativa del neonato, aparecen señales de estrés que pueden manifestarse en cualquiera de estos subsistemas.

Desde esta perspectiva, la musicoterapia mediante la voz de los padres puede actuar como un estímulo regulador que favorece la organización conductual y fisiológica del recién nacido, contribuyendo a disminuir las respuestas de estrés y promoviendo un desarrollo más adecuado durante la estancia hospitalaria.

PARTE EXPERIMENTAL

Diseño del estudio

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que permitió medir y analizar el nivel de estrés en neonatos hospitalizados mediante la aplicación de un instrumento estandarizado. El diseño fue cuasi experimental, con medición antes y después de la intervención, ya que se evaluó el efecto de la musicoterapia basada en la voz de los padres sobre los niveles de estrés neonatal sin la asignación aleatoria de los participantes. Asimismo, el estudio tuvo un alcance

relacional y una temporalidad longitudinal, al analizar los cambios ocurridos en los participantes durante el periodo de intervención.

Población y muestra

La población estuvo conformada por neonatos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). La muestra se integró por 20 recién nacidos que cumplieron con los criterios de selección establecidos para el estudio.

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, debido a que los participantes fueron seleccionados de acuerdo con su disponibilidad y cumplimiento de los criterios de inclusión durante el periodo de recolección de datos.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Recién nacidos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.
- Neonatos de cualquier edad gestacional.
- Recién nacidos de ambos sexos.
- Padres o tutores que aceptaron la participación mediante consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Neonatos trasladados a otra institución de salud.
- Recién nacidos en alojamiento conjunto.
- Neonatos con ventilación mecánica o bajo sedación.

Criterios de eliminación

- Neonatos que egresaron del servicio antes de concluir la intervención.
- Recién nacidos que requirieron ventilación mecánica durante el estudio.

Instrumento de recolección de datos

Para evaluar el nivel de estrés neonatal se utilizó el Test de Estrés en el Recién Nacido Prematuro, basado en la Teoría de Organización Sinactiva del Desarrollo del Comportamiento. El instrumento está integrado por 28 reactivos distribuidos en tres dimensiones:

- Signos autonómicos (10 ítems).
- Signos motores (8 ítems).
- Signos de conciencia e interacción (10 ítems).

La escala de respuesta es tipo Likert con cuatro opciones: nunca (1 punto), casi nunca (2 puntos), casi siempre (3 puntos) y siempre (4 puntos). La puntuación total oscila entre 28 y 112 puntos.

La interpretación de los resultados se realizó de la siguiente manera:

- Estrés bajo: 28 a 55 puntos.
- Estrés medio: 56 a 84 puntos.
- Estrés alto: 85 a 112 puntos.

Procedimiento

Previo al inicio de la investigación, se solicitó autorización a las autoridades correspondientes y a la jefatura de enfermería de la institución para la realización del estudio en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. Posteriormente, se identificaron los neonatos que cumplían con los criterios de inclusión y se informó a los padres o tutores sobre los objetivos y características de la investigación.

Una vez obtenido el consentimiento informado, se aplicó el Test de Estrés en el Recién Nacido Prematuro como evaluación inicial (pretest) para determinar el nivel de estrés basal de cada participante.

Posteriormente, se solicitó a los padres la elaboración de una grabación de audio con mensajes afectivos dirigidos a su hijo. La intervención consistió en la reproducción de dichos audios durante 20 minutos por sesión, tres veces por semana, en los horarios de enlace entre los turnos matutino y vespertino.

Al finalizar el periodo de intervención, se realizó una segunda aplicación del instrumento (postest) con la finalidad de identificar los cambios en los niveles de estrés y evaluar la efectividad de la musicoterapia basada en la voz de los padres.

Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló conforme a lo establecido en la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y los principios éticos aplicables a estudios realizados en seres humanos.

Se garantizó la participación voluntaria mediante la firma del consentimiento informado por parte de los padres o representantes legales de los neonatos. Asimismo, se aseguró la confidencialidad de la información obtenida, la protección de los datos personales y el respeto a la dignidad de los participantes.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, el estudio fue considerado de riesgo mínimo, debido a que la intervención consistió en la reproducción de grabaciones de voz de los padres, sin modificar los tratamientos médicos indicados para los participantes.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron capturados y analizados mediante el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25.

Para las variables sociodemográficas se emplearon estadísticas descriptivas mediante frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors.

Para comparar las puntuaciones obtenidas antes y después de la intervención se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas. Adicionalmente, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para corroborar los cambios observados en las diferentes dimensiones del estrés neonatal. Se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Características de la muestra

La muestra estuvo conformada por 20 neonatos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, de los cuales el 65% correspondió al sexo femenino y el 35% al sexo masculino. La edad gestacional predominante se ubicó entre las 28 y 32 semanas y entre las 36 y 38 semanas de gestación. La estancia hospitalaria promedio fue de 8.2 días.

Efectividad de la musicoterapia en la disminución del estrés neonatal

Previo a la intervención, los neonatos presentaron un nivel de estrés medio con una puntuación promedio de 57 puntos. Posteriormente a la aplicación de la musicoterapia basada en la voz de los padres, se observó una disminución significativa en las tres dimensiones evaluadas: signos autonómicos, signos motores y signos de conciencia-interacción, evidenciando un efecto favorable de la intervención sobre la reducción del estrés neonatal (tabla 1).

Tabla 1

Comparación de las dimensiones del estrés antes y después de la intervención

Dimensión	Pretest M(DE)	Postest M(DE)	Diferencia
Signos autonómicos	18.00 (2.88)	14.45 (2.03)	3.55
Signos motores	14.25 (1.80)	11.95 (1.66)	2.30
Signos de conciencia-interacción	19.60 (2.30)	16.30 (1.78)	3.30

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la mayor disminución se presentó en los signos autonómicos, seguidos de los signos de conciencia-interacción y los signos motores. Estos hallazgos sugieren que la exposición a la voz de los padres favorece la estabilidad fisiológica y conductual del neonato durante la hospitalización. La comparación de las puntuaciones obtenidas antes y después de la intervención mostró diferencias estadísticamente significativas en todas las dimensiones evaluadas, lo que permite aceptar la hipótesis de investigación y afirmar que la musicoterapia basada en la voz de los padres fue efectiva para disminuir el estrés en los neonatos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.

De manera general, los hallazgos obtenidos demuestran que la musicoterapia mediante grabaciones de voz de los padres constituye una intervención no farmacológica efectiva para reducir las manifestaciones de estrés en neonatos hospitalizados. La disminución observada en los signos autonómicos, motores y de conciencia-interacción respalda la utilidad de esta estrategia como parte de los cuidados de enfermería neonatal y favorece la implementación de prácticas de atención centradas en la familia.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió determinar la efectividad de la musicoterapia basada en la voz de los padres como intervención para disminuir el estrés en neonatos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. Los resultados obtenidos evidenciaron una disminución en los niveles de estrés después de la aplicación de la intervención, reflejada en la reducción de los signos autonómicos, motores y de conciencia-interacción evaluados mediante el instrumento utilizado.

Se encontró que los signos autonómicos presentaron la mayor disminución posterior a la intervención, observándose mejoras en indicadores relacionados con la estabilidad fisiológica del recién nacido. Asimismo, los signos motores y de conciencia-interacción mostraron una reducción favorable, lo que indica una mejor adaptación del neonato al entorno hospitalario.

Los hallazgos confirman que la musicoterapia mediante grabaciones de la voz de los padres constituye una estrategia no farmacológica segura, accesible y de bajo costo que contribuye al bienestar del recién nacido durante su estancia hospitalaria. Además, esta intervención favorece la participación de la familia en el cuidado neonatal y fortalece el vínculo afectivo entre padres e hijos.

Desde la perspectiva de enfermería neonatal, la implementación de la musicoterapia representa una alternativa complementaria para la atención integral y humanizada del neonato, al promover condiciones que favorecen la regulación fisiológica y emocional durante la hospitalización.

Finalmente, se concluye que la musicoterapia basada en la voz de los padres es una intervención efectiva para la disminución del estrés en neonatos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, por lo que su incorporación dentro de los cuidados de enfermería podría contribuir a mejorar la calidad de la atención y el bienestar de esta población vulnerable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ávila, J. (2024). El estrés un problema de salud del mundo actual.
2. Als, H. (1982). Toward a synactive theory of development: Promise for the assessment and support of infant individuality. Infant Mental Health Journal.
3. Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. Trends in Cognitive Sciences, 17(4), 179-193. https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.007
4. Federación Española de Asociaciones de Musicoterapia. (2022). ¿Qué es la musicoterapia?
5. Fernández Camargo, R. (2023). Factores ambientales y nivel de estrés del recién nacido prematuro en las unidades neonatales.
6. Filippa, M., Lordier, L., Monaci, M., et al. (2023). Early vocal contact and music interventions in the NICU. Pediatric Research.
7. Pallás, A. (1997). El ambiente en los cuidados intensivos neonatales.
8. Qiu, J., Jiang, Y., Rong, H., & Cheng, R. (2020). Effect of combined music and touch intervention on pain response and endorphin and cortisol concentrations in late preterm infants.
9. Schapira, I., & Aspres, N. (2020). Estrés en recién nacidos internados en unidad de cuidados intensivos neonatales: propuestas para minimizar sus efectos.

RELACIÓN ENTRE ADIPOSIDAD CORPORAL Y PRESIÓN ARTERIAL EN POBLACIÓN JOVEN: IMPLICACIONES PARA LA PREVENCIÓN TEMPRANA

Irán Cortés Trujillo, Rafael Gómez Martin, Noemí Yolanda Velázquez Suárez, Karla Ilíada Mujica López, Gabriela Martínez Cortés

Departamento de Ciencias Médicas y de la Vida. Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara
iran.cortes@academicos.udg.mx

RESUMEN

El sobrepeso y la obesidad en población joven constituye un factor de riesgo para el desarrollo temprano de enfermedad cardiovascular. Si bien, las alteraciones clínicas suelen manifestarse en etapas posteriores de la vida, diversos indicadores antropométricos y hemodinámicos pueden evidenciar asociaciones tempranas. El presente análisis tuvo como objetivo evaluar la relación entre el índice de masa corporal (IMC), la presión arterial y la circunferencia de cintura en una población joven. Se realizó un análisis estadístico inferencial a partir de una muestra de 26 adultos jóvenes (21–25 años). Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson para evaluar la asociación entre IMC y presión arterial sistólica, IMC y presión arterial diastólica, así como IMC y circunferencia de cintura. Se consideró la fuerza de asociación según la magnitud del coeficiente (débil, moderada o fuerte). Los resultados mostraron una correlación positiva moderada entre IMC y presión arterial sistólica ($r \approx 0.42$), lo que indica que a mayor IMC existe una tendencia al aumento de la presión sistólica. La correlación entre IMC y presión diastólica fue positiva débil a moderada ($r \approx 0.35$), sugiriendo una asociación menos marcada. La relación más significativa se observó entre IMC y circunferencia de cintura ($r \approx 0.78$), evidenciando una correlación positiva fuerte. Este hallazgo confirma la relación entre los indicadores antropométricos, dado que ambos reflejan adiposidad corporal. Desde el punto de vista clínico, los hallazgos sugieren que, incluso en una población joven y aparentemente sana, el incremento del peso corporal se asocia con cambios hemodinámicos tempranos, particularmente en la presión sistólica. La fuerte relación entre IMC y adiposidad central refuerza la importancia de la distribución de grasa corporal como marcador de riesgo metabólico. Aunque las correlaciones con presión arterial no fueron altas, la tendencia observada puede representar un estadio inicial en la progresión hacia alteraciones cardiovasculares que pueden presentarse en un fututo. En conclusión, el exceso de peso en adultos jóvenes se relaciona con incrementos en la presión arterial y con mayor adiposidad abdominal. Estos resultados resaltan la importancia de estrategias preventivas tempranas enfocadas en el control del peso y la reducción del riesgo cardiometabólico, incluso antes de que se desarrollen manifestaciones clínicas evidentes.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) representan la principal causa de mortalidad a nivel mundial, constituyendo un problema prioritario de salud pública. Aunque su manifestación clínica ocurre con mayor frecuencia en etapas avanzadas de la vida, múltiples investigaciones han demostrado que los factores de riesgo comienzan a desarrollarse desde la juventud. En este contexto, el sobrepeso y la obesidad han adquirido relevancia creciente debido a su alta prevalencia y a su impacto fisiopatológico sobre el sistema cardiovascular.

El exceso de tejido adiposo no es únicamente un fenómeno antropométrico; se trata de una condición metabólicamente activa asociada con inflamación crónica de bajo grado, alteraciones en la función endotelial, activación del sistema nervioso simpático y del sistema renina-angiotensina-aldosterona, así como cambios hemodinámicos que favorecen el incremento progresivo de la presión arterial.

En adultos jóvenes aparentemente sanos pueden observarse algunas modificaciones subclínicas en parámetros cardiovasculares que no cumplen criterios diagnósticos de hipertensión, pero que

reflejan el inicio de un proceso fisiopatológico temprano. La identificación de estas asociaciones resulta fundamental para establecer estrategias preventivas oportunas.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura y la presión arterial en una población de adultos jóvenes, con el propósito de identificar patrones tempranos de riesgo cardiovascular.

TEORÍA

El sobrepeso y la obesidad han aumentado de manera importante durante las últimas décadas y actualmente representan uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial. Por lo general, las enfermedades cardiovasculares suelen manifestarse clínicamente en edades más avanzadas, existe evidencia que indica que muchos de sus factores de riesgo comienzan a desarrollarse desde etapas tempranas de la vida. Por esta razón, el estudio de indicadores cardiometabólicos en adultos jóvenes resulta relevante para comprender cómo se inicia el proceso que, con el tiempo, puede conducir a alteraciones cardiovasculares más evidentes (WHO, 2023).

Hasta hace unos años, el tejido adiposo era considerado únicamente un depósito de energía; sin embargo, hoy se reconoce como un órgano metabólicamente activo capaz de producir diversas sustancias con efectos endocrinos e inflamatorios. Cuando la acumulación de grasa corporal supera las necesidades fisiológicas del organismo, se generan cambios metabólicos que favorecen el desarrollo de resistencia a la insulina, alteraciones vasculares e inflamación crónica de bajo grado. Estas modificaciones se han relacionado con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus tipo 2 y síndrome metabólico (Bray et al., 2017; Hall et al., 2019). Para evaluar la adiposidad corporal en estudios poblacionales, uno de los indicadores más utilizados es el índice de masa corporal (IMC), calculado a partir de la relación entre el peso y la talla, este parámetro presenta limitaciones importantes, ya que no distingue entre masa muscular y masa grasa ni proporciona información sobre la distribución del tejido adiposo, sin embargo, continúa siendo una herramienta útil para identificar individuos con mayor riesgo cardiometabólico debido a su sencillez y amplia aceptación en la práctica clínica (Heymsfield & Wadden, 2017). Diversas investigaciones han mostrado que valores elevados de IMC suelen asociarse con alteraciones en el metabolismo de la glucosa, cambios en el perfil lipídico y aumentos progresivos de la presión arterial.

Una característica que ha cobrado especial importancia en los últimos años es la distribución de la grasa corporal. Se ha observado que la acumulación de grasa abdominal, particularmente la grasa visceral, mantiene una relación más estrecha con el riesgo cardiometabólico que la cantidad total de grasa corporal. Debido a ello, la circunferencia de cintura se utiliza con frecuencia como una medida complementaria al IMC, de acuerdo a Després y su equipo (2012) la relevancia de este indicador radica en que la grasa visceral posee una elevada actividad metabólica y favorece la liberación de mediadores inflamatorios y ácidos grasos libres que pueden contribuir al desarrollo de resistencia a la insulina, disfunción endotelial e inflamación sistémica. Por esta razón, una circunferencia de cintura elevada se ha asociado con un mayor riesgo de hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular (Ross et al., 2020).

Entre las variables fisiológicas utilizadas para evaluar el estado cardiovascular, la presión arterial ocupa un lugar central. La presión sistólica refleja la presión máxima ejercida por la sangre durante la contracción ventricular, mientras que la presión diastólica corresponde a la presión observada durante la relajación cardíaca (Guyton & Hall, 2021). Aunque en adultos jóvenes los valores suelen mantenerse dentro de rangos considerados normales, pequeñas variaciones pueden representar manifestaciones tempranas de cambios cardiovasculares asociados con el exceso de peso. La relación entre adiposidad y presión arterial ha sido ampliamente documentada. Diversos mecanismos fisiológicos parecen intervenir en esta asociación. El exceso de tejido adiposo favorece la activación del sistema nervioso simpático y del sistema renina-angiotensina-aldosterona, procesos que contribuyen al aumento de la frecuencia cardíaca, la retención de sodio y el incremento de la resistencia vascular periférica. De manera paralela, la inflamación crónica asociada a la obesidad

puede alterar la función endotelial y reducir la capacidad de vasodilatación de los vasos sanguíneos. En conjunto, estos cambios pueden favorecer elevaciones progresivas de la presión arterial incluso antes de que se establezca un cuadro clínico de hipertensión (Hall et al., 2019; Després, 2012).

Considerando estos antecedentes, resulta pertinente analizar la relación entre indicadores de adiposidad corporal y parámetros cardiovasculares en población joven. La evaluación conjunta del IMC, la circunferencia de cintura y la presión arterial permite identificar posibles señales tempranas de riesgo cardiometabólico en individuos aparentemente sanos y aporta información útil para el diseño de estrategias preventivas orientadas a la promoción de la salud cardiovascular desde edades tempranas.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio observacional de corte transversal y enfoque analítico. La muestra se realizo a conveniencia y estuvo conformada por 26 adultos jóvenes universitarios con edades comprendidas entre 21 y 25 años, pertenecientes a la carrera de LQFB del Centro Universitario de la Ciénega. Fueron incluidos participantes de ambos sexos sin diagnóstico previo de enfermedad cardiovascular. Las mediciones antropométricas fueron obtenidas siguiendo procedimientos estandarizados. El peso corporal se registró en kilogramos utilizando báscula calibrada, mientras que la talla fue medida en metros mediante estadímetro. A partir de estas variables se calculó el índice de masa corporal mediante la fórmula convencional peso/talla².

La circunferencia de cintura fue medida en centímetros a nivel del punto medio entre el reborde costal inferior y la cresta ilíaca, con el participante en posición de pie y en espiración normal.

La presión arterial fue registrada en reposo utilizando esfigmomanómetro calibrado, obteniéndose valores de presión sistólica y diastólica expresados en milímetros de mercurio (mmHg). Las mediciones se realizaron bajo condiciones de reposo previo de al menos cinco minutos.

Para el análisis estadístico se empleó el coeficiente de correlación de Pearson con el fin de evaluar la asociación lineal entre IMC y presión sistólica, IMC y presión diastólica, así como IMC y circunferencia de cintura. Se consideró significancia estadística un valor de p inferior a 0.05.

RESULTADOS

El análisis descriptivo mostró un IMC promedio de 25.1 kg/m², valor que se encuentra en el límite inferior de la categoría de sobrepeso de acuerdo a la OMS. Este dato señala que, en general, el grupo estudiado muestra presenta una tendencia poblacional hacia exceso de peso.

En cuanto a la presión arterial, se obsrvó que los valores promedio se mantuvieron dentro de rangos normales; sin embargo, algunos individuos presentaron variaciones particulares que permitieron analizar asociaciones estadísticas con el IMC.

La correlación entre IMC y presión sistólica fue positiva moderada ($r = .42$) y alcanzó significancia estadística ($p = .032$). Este resultado indica que aproximadamente el 17% de la variabilidad en la presión sistólica puede explicarse por variaciones en el IMC ($r^2 \approx 0.17$). Es decir, existe una relación lineal significativa que sugiere que a mayor IMC, mayor tiende a ser la presión sistólica.
En contraste, la correlación entre IMC y presión diastólica fue positiva, pero de menor magnitud ($r = .35$) y no alcanzó significancia estadística ($p = .079$). Aunque la tendencia es consistente con la hipótesis planteada, la fuerza de la asociación no es suficiente para confirmar relación estadísticamente significativa en nuestra muestra.

El hallazgo que más llamó la atención fue la correlación entre IMC y circunferencia de cintura ($r = .78$; $p < .001$). Este coeficiente indica una relación fuerte y altamente significativa. El coeficiente de determinación ($r^2 \approx 0.61$) sugiere que más del 60% de la variabilidad en la circunferencia de cintura

se explica por el IMC, lo cual es un resultado esperado ya que ambas variables reflejan diferentes aspectos de la adiposidad corporal.

En la muestra analizada se observó que los participantes con valores más altos de IMC tendieron a presentar también mayores valores de presión sistólica. Aunque las diferencias fueron moderadas, este comportamiento coincide con lo descrito en la literatura sobre riesgo cardiovascular temprano.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos sugieren una asociación entre el exceso de peso corporal y cambios cardiovasculares tempranos en adultos jóvenes. En particular, se observó una relación positiva entre el índice de masa corporal (IMC) y la presión arterial sistólica, lo que indica que los participantes con mayores valores de IMC presentaron cifras más elevadas de presión sistólica.
2. La fuerte correlación encontrada entre el IMC y la circunferencia de cintura confirma la estrecha relación entre ambos indicadores antropométricos y resalta la importancia de considerar la adiposidad central en la evaluación del riesgo cardiometabólico. Dado que la grasa abdominal se ha asociado con alteraciones metabólicas y cardiovasculares, su valoración complementa la información proporcionada por el IMC.
3. La correlación entre IMC y presión arterial diastólica mostró una tendencia positiva, esta no alcanzó significancia estadística en la muestra analizada. Es posible que la limitación de la muestra influya en este resultado, por lo que estudios con un mayor número de participantes podrían aportar evidencia más concluyente.

En conjunto, los hallazgos sugieren que algunos indicadores de riesgo cardiovascular pueden comenzar a manifestarse desde etapas tempranas de la vida adulta, incluso en individuos sin diagnóstico previo de enfermedad cardiovascular. Sin embargo, debido al carácter transversal del estudio y al tamaño de la muestra, los resultados deben interpretarse con cautela y no permiten establecer relaciones causales.

Los resultados refuerzan la importancia de promover estrategias preventivas orientadas al control del peso corporal, la adopción de hábitos de vida saludables y la detección temprana de factores de riesgo cardiometabólico en población joven.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Heart Association. (2023). Hypertension clinical practice guidelines. American Heart Association.
2. Bray, G. A., Kim, K. K., & Wilding, J. P. H. (2017). Obesity: A chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. Obesity Reviews, 18(7), 715–723. https://doi.org/10.1111/obr.12551
3. Després, J. P. (2012). Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: An update. Circulation, 126(10), 1301–1313. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.067264
4. Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). Tratado de fisiología médica (14.ª ed.). Elsevier.
5. Hall, J. E., do Carmo, J. M., da Silva, A. A., Wang, Z., & Hall, M. E. (2019). Obesity, kidney dysfunction and hypertension: Mechanistic links. Nature Reviews Nephrology, 15(6), 367–385. https://doi.org/10.1038/s41581-019-0145-4
6. Heymsfield, S. B., & Wadden, T. A. (2017). Mechanisms, pathophysiology, and management of obesity. The New England Journal of Medicine, 376(3), 254–266. https://doi.org/10.1056/NEJMra1514009
7. Ross, R., Neeland, I. J., Yamashita, S., Shai, I., Seidell, J., Magni, P., Santos, R. D., Arsenault, B., Cuevas, A., Hu, F. B., Griffin, B. A., Zambon, A., Barter, P., Fruchart, J. C., Eckel, R. H., Matsuzawa, Y., & Després, J. P. (2020). Waist circumference as a vital sign in clinical practice:

A consensus statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. Nature Reviews Endocrinology, 16(3), 177–189. https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7

8. World Health Organization. (2023). Obesity and overweight. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

COINFECCIÓN POR *Blastocystis Sp* Y OTROS ENTEROPARÁSITOS EN POBLACIÓN HUMANA

Ana Luisa Madriz Elisondo, Jennifer Sarahy Comparan Luna, Elva Jimena Casillas Reynoso, Lourdes Rojo Valadez, Luis Jesús Meléndez Alonso y Rosa Isela Guevara Navarro

Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara
ana.madriz@academicos.udg.mx

RESUMEN

Blastocystis es un protista intestinal de distribución mundial y alta prevalencia en humanos y animales. Esta característica ha incrementado el interés científico en su epidemiología, su variabilidad genética y su posible papel en la salud intestinal[1]. Sin embargo, su relevancia clínica continúa en debate, debido a su frecuente presencia en individuos asintomáticos y su asociación con coinfecciones parasitarias[2]. El objetivo de esta investigación fue determinar la frecuencia de infección por *Blastocystis* sp. y su coinfección con otros enteroparásitos intestinales en población humana. Se realizó un estudio descriptivo transversal en 123 participantes de ambos sexos y diferentes grupos de edad, seleccionados por conveniencia. Cada participante proporcionó una muestra de heces fecales (previo consentimiento informado por escrito). Las muestras se transportaron a 4 °C y se procesaron de 24 a 48 horas. El diagnóstico parasitológico se realizó mediante examen directo[3], sedimentación espontánea en tubo[4] y tinción de Kinyoun[3] para la identificación de coccidias intestinales. Se definió coinfección como la presencia simultánea de *Blastocystis* sp. y al menos otro enteroparásito en la misma muestra. El análisis de la información se realizó mediante frecuencias absolutas y porcentajes para determinar la proporción de infección única y coinfección. El estudio garantizó la participación voluntaria y la confidencialidad de la información, asegurando su uso exclusivo con fines de investigación. De los 123 participantes analizados se identificaron 27 casos positivos a *Blastocystis* sp., lo que corresponde a una prevalencia de 21.95%. De estos casos, 10 (8.13%) presentaron infección única, mientras que 17 (13.82%) mostraron coinfección. La coinfección más frecuente se observó con *Endolimax nana* (5.69%), seguida de *Entamoeba coli* (4.88%). También se identificaron asociaciones con *Iodamoeba bütschlii* (1.63%), *Cryptosporidium* spp. (0.81%) y *Chilomastix mesnili* (0.81%). En total, el 62.96% de los casos positivos presentó coinfección. La elevada frecuencia de coinfección sugiere que *Blastocystis* sp. podría compartir mecanismos de transmisión fecal-oral y condiciones ambientales con otros enteroparásitos intestinales. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de considerar su presencia dentro de un contexto epidemiológico más amplio y de profundizar en su papel en la salud.

INTRODUCCIÓN

Blastocystis sp. es un organismo eucariota anaeróbico unicelular que habita en el intestino grueso de humanos y animales, reconocido actualmente como uno de los microorganismos intestinales más prevalentes a nivel mundial, con frecuencias cercanas al 10% en países desarrollados y entre 50% y 60% en países en desarrollo[5]. Clínicamente, *Blastocystis* sp. se ha asociado con síntomas gastrointestinales variables y con patologías como síndrome de intestino irritable, colitis ulcerosa y cáncer colorrectal, posiblemente mediante mecanismos relacionados con la modulación inmunitaria, activación de NF-kB, producción de IgAsa, inhibición del óxido nítrico y liberación de citocinas proinflamatorias. Sin embargo, su potencial patogénico permanece en debate debido a su frecuente identificación tanto en individuos sintomáticos como asintomáticos, lo que ha llevado a considerar que, en determinados contextos, podría comportarse como un organismo comensal del tracto gastrointestinal humano[6,7]

Los protozoarios comensales no ocasionan daño al huésped. Tienen distribución mundial y mayor prevalencia en regiones con saneamiento deficiente. Son ejemplos de este tipo de protozoarios: *Entamoeba dispar*, *Entamoeba hartmanni*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba polecki*, *Iodamoeba bütschlii*, *Endolimax nana*, *Retortamonas intestinalis* y *Chilomastix mesnili* mientras que *Pentatrichomonas hominis*, *Entamoeba moshkovskii* y *Entamoeba bangladeshi* presentan una patogenicidad aún cuestionable. La prevalencia de estos protozoarios varía de acuerdo con las condiciones higiénico-sanitarias, el contexto socioeconómico y las metodologías diagnósticas empleadas, siendo *Endolimax nana* y *Entamoeba coli* los mas frecuentes, mientras que *Iodamoeba bütschlii* y *Chilomastis mesnili* presentan prevalencias menores. Aunque no existe consenso sobre su papel en la salud y en la enfermedad, evidencia reciente sugiere que estos protozoarios podrían participar en la modulación de la respuesta inmunitaria y en la configuración del microbiota intestinal, contribuyendo potencialmente a la homeostasis intestinal. El objetivo de esta investigación fue determinar la frecuencia de infección por *Blastocystis* sp. y su coinfección con otros enteroparáasitos intestinales en población humana[7-9].

TEORIA

Blastocystis sp.: un microorganismo en la frontera entre el comensalismo y la patogenicidad

Blastocystis sp. es uno de los protozoarios intestinales más estudiados debido a la controversia que existe sobre su significado biológico. Tradicionalmente fue considerado un parásito potencialmente patógeno por su asociación con síntomas gastrointestinales, síndrome del intestino irritable, enfermedad inflamatoria intestinal y cáncer colorrectal; sin embargo, investigaciones recientes muestran que también puede formar parte del ecosistema intestinal de individuos sanos. Diversos estudios han demostrado que su colonización suele asociarse con una mayor diversidad del microbiota intestinal y con un incremento de bacterias consideradas beneficiosas lo que sugiere un posible papel en el mantenimiento de la homeostasis intestinal. No obstante, la evidencia actual indica que el impacto de *Blastocystis* depende de múltiples factores, entre ellos el subtipo del microorganismo, la composición del microbiota y la respuesta inmunitaria del hospedero, por lo que su papel debe interpretarse dentro de un contexto ecológico mas que como el de un patógeno o un comensal absoluto[1].

Protozoarios comensales y su importancia epidemiológica

Los protozoarios tradicionalmente considerados comensales, entre ellos *Endolimax nana*, *Entamoeba coli*, *Iodamoeba bütschlii* y *Chilomastix mesnili*, generalmente no producen enfermedad; sin embargo, su identificación posee un importante valor epidemiológico debido a que comparten las mismas vías de transmisión fecal-oral que numerosos enteropatógenos. La presencia de estos organismos suele interpretarse como evidencia de contaminación fecal y de exposición continua a factores ambientales que favorecen la transmisión de otros agentes infecciosos.

En los estudios epidemiológicos, las coinfecciones constituyen un indicador indirecto de exposición a factores de riesgo compartidos, como el consumo de agua contaminada, la disposición inadecuada de excretas, los hábitos higiénicos deficientes y el contacto estrecho con reservorios animales. Por ellos, además de su importancia clínica, representan una herramienta útil para evaluar ls condiciones de transmisión de las enteroparasitosis dentro de una población[7,9]

Importancia de las coinfecciones parasitarias intestinales

La coinfección parasitaria intestinal constituye un fenómeno epidemiológico frecuente en regiones donde la transmisión fecal-oral favorece la exposición simultánea a múltiples enteroparásitos. La coexistencia de dos o más especies parasitarias, como *Blastocystis* sp. y *Endolimax nana*, puede explicarse por el hecho de compartir las mismas vías de transmisión a través del consumo de agua o alimentos contaminados y por condiciones deficientes de saneamiento e higiene. Diversos estudios sugieren que la infección inicial por un parásito puede inducir alteraciones de la mucosa intestinal e iniciar una respuesta inflamatoria que favorezca la colonización por otros microorganismos, incrementando la frecuencia de poliparasitismo. Asimismo, la presencia de coinfecciones puede

modificar la presentación clínica, dificultar la atribución del papel patogénico de cada especie y representar un reto para el diagnóstico e interpretación clínica. Por ello, el estudio de las coinfecciones parasitarias resulta fundamental para comprender las interacciones entre los diferentes enteroparásitos, el hospedero y el ambiente, así como para mejorar las estrategias de vigilancia epidemiológica, diagnóstico y tratamiento[10].

En los últimos años, diversos estudios han sugerido que algunos protozoarios comensales podrían participar en la regulación del microbiota intestinal y en la modulación de la respuesta inmunitaria del hospedero, lo que ha modificado la percepción tradicional de estos microorganismos como simples hallazgos incidentales[8].

En este contexto, *Blastocystis* sp. *Entamoeba coli* y *Endolimax nana* mantienen una estrecha interacción con la microbiota intestinal y podrían contribuir al equilibrio del ecosistema intestinal. Aunque *E. nana y E. coli* se consideran protozoarios comensales y la patogenicidad de *Blastocystis* continúa siendo motivo de debate, la colonización por estos microorganismos se ha asociado con un incremento en la riqueza bacteriana y con modificaciones en la composición del microbiota intestinal, lo que sugiere un posible papel en el mantenimiento de la homeostasis intestinal[11].

PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio descriptivo transversal en 123 participantes de ambos sexos y diferentes grupos de edad, seleccionados por conveniencia. Cada participante proporcionó una muestra de heces fecales, previo consentimiento informado por escrito. Las muestras fueron transportadas a 4 °C y procesadas entre 24 y 48 horas posteriores a su recolección.

Diagnóstico parasitológico. Para la identificación de *Blastocystis* sp. y protozoarios intestinales se emplearon métodos coproparasitoscópicos convencionales:

Examen directo con solución de Lugol

Se colocó una gota de yodo al 5% sobre un portaobjetos. Posteriormente, se extendieron aproximadamente 2 mg de muestra fecal y se mezclaron cuidadosamente hasta quedar completamente inmersos en la solución de yodo. Finalmente, se colocó un cubreobjetos sobre la preparación y se observó en microscopio óptico a 10x y 40x[3].

Sedimentación espontánea en Tubo

Se homogeneizaron de 5 gramos de heces fecales en solución salina isotónica hasta obtener una suspensión homogénea, la cual fue filtrada mediante gasa y transferida a un tubo cónico, completando el volumen hasta 50 mL con solución salina. Posteriormente, el tubo se agitó vigorosamente durante 30 segundos y se dejó reposar 45 minutos. Tras eliminar el sobrenadante, se tomó una muestra del sedimento para preparar dos extendidos en portaobjetos, uno de ellos teñidos con Lugol, a ambos se les colocó un cubreobjetos. Finalmente, las preparaciones fueron examinadas microscópicamente con objetivos de 10x y 40x[4].

Tinción de Kinyoun (para el diagnóstico de coccidias intestinales).

Se colocó una gota de la muestra sobre un portaobjetos y sse extendió cuidadosamente, permitiendo su secado al aire. Posterioemente las muestras se fijaron con metanol absoluto durante 1 minuto y se tiñeron con carbol fucsina de kinyoun durante 5 minutos. Después se decoloró con ácido sulfúrico al 50% en etanol hasta un rosa pálido, seguido de un enjuague con agua destilada y drenado del exceso de líquido. Luego se aplicó el colorante de contraste (azul de metileno) durante 2 minutos, se enjuagó nuevamente con agua y se dejó secar al aire. Las preparaciones se observaron utilizando aceite de inmersión con un objetivo de 100x[3].

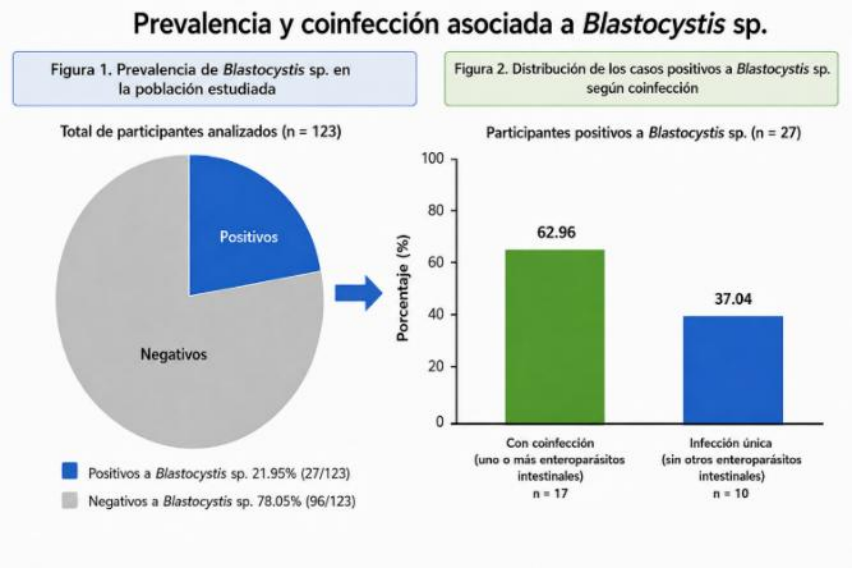
Análisis estadístico. El análisis de la información se efectuó mediante frecuencias absolutas y porcentajes para determinar la proporción de infección única y coinfección. Se consideró coinfección a la presencia simultánea de *Blastocystis* sp. y al menos otro enteroparásito en la misma muestra.

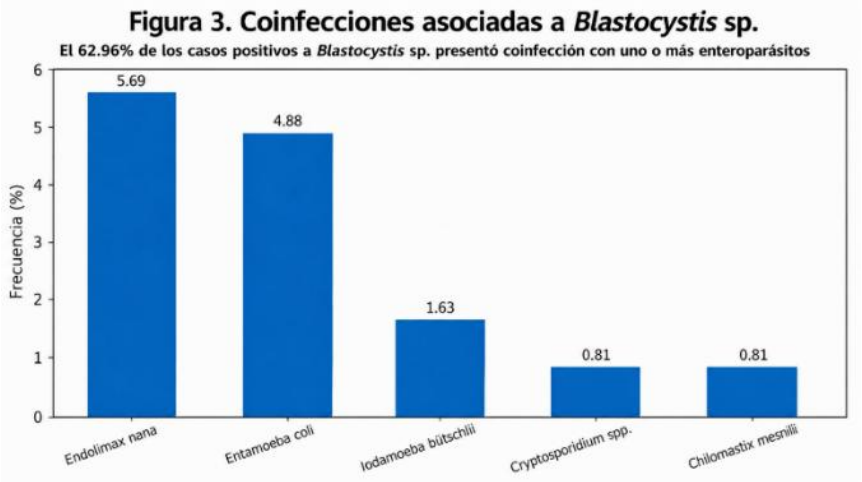
Aspectos éticos. A cada participante se le explicó el objetivo del estudio, las condiciones en las que debía encontrarse para otorgar la muestra fecal, así como el procedimiento para la recolección de las heces fecales, y los beneficios de su participación (resultado impreso con los resultados y en caso de presentar *Blastocystis* o protozoarios comensales, valoración por el médico de su elección).

El estudio garantizó la participación voluntaria y la confidencialidad de la información, asegurando su uso exclusivo con fines de investigación.

RESULTADOS

De los 123 participantes analizados, se identificaron 27 casos positivos a *Blastocystis* sp., lo que corresponde a una prevalencia de 21.95% (Figura 1). De los 27 participantes positivos a *Blastocystis* sp., 17 (62.96%) presentaron simultáneamente uno o más enteroparásitos intestinales, mientras que 10 (37.04%) mostraron infección única (Figura 2). De estos casos: 10 participantes (8.13%) presentaron infección única y 17 participantes (13.82%) mostraron coinfección. Los porcentajes de coinfección se muestran en la figura 3. En total, el 62.96% de los casos positivos presentó coinfección.





La frecuencia de infección por *Blastocystis* sp encontrada en este estudio (21.95%) confirma la amplia distribución de este microorganismo intestinal en humanos, aunque con una prevalencia menor a la reportada en algunas regiones en desarrollo, donde puede superar el 50%. Estas diferencias podrían atribuirse a factores higiénico-sanitarios, características de la población estudiada y metodologías diagnósticas empleadas.

Un hallazgo relevante fue la elevada proporción de coinfección, ya que el 62.96% de los casos positivos a *Blastocystis* sp. presentaron simultáneamente otros enteroparásitos intestinales. Este resultado coincide con reportes que señalan una frecuente coexistencia de *Blastocystis* sp con protozoarios comensales, lo cual podría reflejar mecanismos comunes de transmisión fecal oral y exposición a condiciones sanitarias compartidas

Entre las limitaciones del estudio debe considerarse el análisis de una sola muestra fecal por participante, lo que pudo subestimar la frecuencia encontrada debido a la eliminación intermitente de estadios parasitarios. Asimismo, no se realizaron técnicas moleculares ni subtipificación de *Blastocystis*, limitando la identificación de posibles asociaciones entre subtipos específicos y coinfecciones parasitarias. Por ello, futuros estudios deberán incorporar herramientas moleculares y variables clinicas para comprender mejor la relación entre *Blastocystis* sp., y protozoarios comensales y salud intestinal.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que *Blastocystis* sp. presentó una frecuencia de infección del 21.95%, con una elevada proporción de coinfección (62.96%) con otros enteroparásitos intestinales, principalmente *Endolimax nana* y *Entamoeba coli*. La elevada frecuencia de estas asociaciones sugiere la existencia de factores epidemiológicos compartidos relacionados con la transmisión fecal-oral y la exposición a condiciones higiénico-sanitarias deficientes. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la importancia de integrar la caracterización molecular de *Blastocystis* sp., la determinación de sus subtipos y el análisis de variables clínicas, inmunológicas y de la microbiota intestinal para esclarecer el papel de este micoorganismo en las coinfecciones parasitarias y su posible impacto en la salud intestinal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Deng, L., & Tan, K. S. W. (2025). *From parasite to partner: Unravelling the multifaceted role of Blastocystis in human health and disease*. *The Lancet Microbe, 6*(9), Article 101155. https://doi.org/10.1016/j.lanmic.2025.101155
2. Stensvold, C. R., & Clark, C. G. (2016). Current status of *Blastocystis*: A personal view. *Parasitology International, 65*(6, Pt. B), 763–771. https://doi.org/10.1016/j.parint.2016.05.015
3. Clinical and Laboratory Standards Institute. (2005). *Procedures for the recovery and identification of parasites from the intestinal tract: Approved guideline* (2nd ed., CLSI document M28-A2).
4. Terashima, A., Marcos, L., Maco, V., Canales, M., Samalvides, F., & Tello, R. (2009). Técnica de sedimentación en tubo de alta sensibilidad para el diagnóstico de parásitos intestinales. *Revista de Gastroenterología del Perú, 29*(4), 305–310.
5. Sulżyc-Bielicka, V., Kołodziejczyk, L., Adamska, M., Skotarczak, B., Jaczewska, S., Safranow, K., Bielicki, P., Kładny, J., & Bielicki, D. (2021). Colorectal cancer and *Blastocystis* sp. infection. *Parasites & Vectors, 14*(1), Article 200. https://doi.org/10.1186/s13071-021-04681-x
6. Yang, X., Nan, H., Zhang, J., & Ma, L. (2025). Pathogenic mechanism for *Blastocystis* sp.: A review. *Animal Health Research Reviews*. Advance online publication. https://doi.org/10.1017/S1466252325100042
7. Dubik, M., & Pilecki, B. (2022). Commensal intestinal protozoa—Underestimated members of the gut microbiota. *International Journal of Molecular Sciences, 23*(19), Article 11495. https://doi.org/10.3390/ijms231911495
8. Sardinha-Silva, A., Alves-Ferreira, E. V. C., & Grigg, M. E. (2022). Intestinal immune responses to commensal and pathogenic protozoa. *Frontiers in Immunology, 13*, Article 963723. https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.963723
9. Zeinali, S., Rezgi, M., Gholinejad, M., & Jafari, R. (2023). Prevalence of intestinal parasites in patients referred to medical laboratories in Iran. *BMC Gastroenterology, 23*, Article 331. https://doi.org/10.1186/s12876-023-02963-7
10. Shah, M., Tan, C. B., Rajan, D., Ahmed, S., Subramani, K., Rizvon, K., & Mustacchia, P. (2012). *Blastocystis hominis* and *Endolimax nana* co-infection resulting in chronic diarrhea in an

immunocompetent male. *Case Reports in Gastroenterology, 6*(2), 358–364. https://doi.org/10.1159/000339205

11. Alzate, J. F., Toro-Londoño, M., Cabarcas, F., Garcia-Montoya, G., & Galván-Díaz, Á. L. (2020). Contrasting microbiota profiles observed in children carrying either *Blastocystis* spp. or the commensal amoebas *Entamoeba coli* or *Endolimax nana*. *Scientific Reports, 10*(1), Article 15354. https://doi.org/10.1038/s41598-020-72286-y

ABORDAJE INTEGRAL DE LA PARÁLISIS FACIAL MEDIANTE FISIOTERAPIA Y MEDICINA TRADICIONAL CHINA

José Manuel Pérez Hernández y Erika Toledo Trejo

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez.
23319014@utfv.edu.mx

RESUMEN

La presente investigación aborda el tratamiento integral de la Parálisis facial mediante la combinación de fisioterapia y medicina tradicional china, con el propósito de favorecer la recuperación funcional y mejorar la calidad de vida de los pacientes. El estudio se desarrolló en pacientes de la comunidad de Santa Ana Jilotzingo, aplicando un protocolo terapéutico basado en agentes físicos, ejercicios de reeducación neuromuscular, acupuntura, moxibustión y emplastos medicinales.

La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, con diseño cuasi experimental y longitudinal, evaluando la evolución funcional mediante escalas clínicas y valoración fisioterapéutica. Los resultados obtenidos mostraron mejoría funcional en la mayoría de los pacientes, destacando recuperación de la simetría facial, cierre ocular y movilidad muscular.

Asimismo, no se reportaron efectos adversos relevantes derivados del tratamiento, lo que sugiere que el protocolo terapéutico es seguro y funcional como alternativa complementaria en el abordaje rehabilitador de la parálisis facial periférica. Finalmente, se concluye que la integración entre fisioterapia y medicina tradicional china puede contribuir positivamente a disminuir secuelas y optimizar el proceso de recuperación.

INTRODUCCIÓN

La Parálisis facial es una afección neurológica que se caracteriza por la alteración parcial o total de los movimientos voluntarios de los músculos de la expresión facial, secundaria a la lesión o inflamación del nervio facial (VII par craneal). Esta condición puede manifestarse de forma central o periférica, siendo la parálisis facial periférica la más frecuente dentro de la práctica clínica y de rehabilitación.

A lo largo de la historia, la parálisis facial ha representado un problema importante debido a las limitaciones funcionales y emocionales que provoca en los pacientes. Diversos antecedentes médicos señalan que desde la antigüedad se han buscado métodos terapéuticos para restaurar la movilidad facial y disminuir las secuelas ocasionadas por esta alteración. En el siglo XIX, el médico escocés Charles Bell describió de manera detallada la relación entre el nervio facial y la pérdida de movimiento muscular, dando origen al término “parálisis de Bell”, considerada actualmente una de las causas más comunes de parálisis facial periférica idiopática.

La prevalencia de esta patología ha aumentado considerablemente en los últimos años, afectando a personas de diferentes edades y géneros. Se estima que la parálisis facial periférica presenta una incidencia aproximada de 20 a 30 casos por cada 100,000 habitantes al año, siendo más frecuente en adultos jóvenes y personas con factores predisponentes como infecciones virales, diabetes mellitus, hipertensión arterial, estrés y alteraciones inmunológicas. Además, enfermedades como el herpes simple, traumatismos craneoencefálicos y eventos vasculares pueden desencadenar esta afección.

Las manifestaciones clínicas de la parálisis facial incluyen asimetría facial, incapacidad para cerrar el ojo, desviación de la comisura labial, dificultad para sonreír, alteraciones en la masticación,

deglución y lenguaje, así como cambios en la sensibilidad y lagrimeo. Estas alteraciones generan un importante impacto funcional en la vida diaria del paciente, dificultando actividades básicas relacionadas con la comunicación, alimentación y expresión emocional.

De igual manera, el impacto psicológico y social asociado a la parálisis facial suele ser significativo. La pérdida de la expresión facial afecta la autoestima, la percepción corporal y la interacción social del individuo, ocasionando ansiedad, inseguridad, depresión y aislamiento social en muchos casos. La expresión facial constituye un elemento esencial en la comunicación humana; por ello, las secuelas visibles de esta patología pueden influir negativamente en la calidad de vida y en las relaciones interpersonales y laborales de quienes la padecen.

Actualmente, la fisioterapia representa una de las principales herramientas de rehabilitación en pacientes con parálisis facial periférica. El tratamiento fisioterapéutico incluye técnicas como electroestimulación, masoterapia, ejercicios de reeducación neuromuscular, termoterapia y ejercicios terapéuticos dirigidos a recuperar la movilidad muscular, mejorar la simetría facial y prevenir complicaciones como sincinesias o contracturas musculares. Sin embargo, aunque muchos pacientes presentan mejoría funcional, algunos continúan mostrando secuelas motoras o recuperación incompleta, lo que ha impulsado la búsqueda de tratamientos complementarios.

Dentro de estas alternativas terapéuticas, la medicina tradicional china ha adquirido relevancia en el manejo integral de trastornos neuromusculares. Técnicas como la acupuntura, la moxibustión y la digitopresión han sido utilizadas durante siglos para favorecer el equilibrio energético del organismo y estimular la recuperación funcional. Desde la perspectiva de la medicina tradicional china, la parálisis facial se relaciona con alteraciones energéticas provocadas por la invasión de factores patógenos externos, principalmente viento y frío, afectando la circulación del Qi y la sangre en los meridianos faciales.

Diversos estudios han señalado que la combinación entre fisioterapia y medicina tradicional china puede contribuir a mejorar la recuperación funcional, disminuir el tiempo de rehabilitación y favorecer el bienestar físico y emocional del paciente. No obstante, aún existe limitada información sobre protocolos integradores estructurados que permitan un abordaje multidisciplinario y complementario de la parálisis facial periférica dentro del ámbito rehabilitador.

Por ello, surge la necesidad de desarrollar un enfoque integral que combine los fundamentos terapéuticos de la fisioterapia con las técnicas de la medicina tradicional china, con el propósito de ofrecer alternativas de tratamiento más completas, individualizadas y orientadas a mejorar la funcionalidad, la calidad de vida y la recuperación global de los pacientes con parálisis facial periférica.

TEORÍA

La presente investigación se sustenta en fundamentos anatómicos, fisiológicos, neurológicos y terapéuticos relacionados con la parálisis facial periférica. La comprensión de la anatomía y función del nervio facial, así como de los mecanismos fisiopatológicos involucrados en esta alteración, resulta indispensable para justificar la aplicación de estrategias de rehabilitación basadas en fisioterapia y medicina tradicional china.

Asimismo, se consideran los principios terapéuticos de los agentes físicos, la reeducación neuromuscular, la acupuntura y la moxibustión, los cuales han demostrado potencial para favorecer la recuperación funcional, mejorar la movilidad muscular facial y disminuir las secuelas asociadas a esta patología. En este apartado se presentan los fundamentos teóricos que respaldan el abordaje integral propuesto en la presente investigación.

Pregunta de investigación
La Parálisis facial representa una alteración neurológica que afecta de manera importante la funcionalidad muscular facial, la expresión emocional y la calidad de vida del paciente.

Aunque la fisioterapia convencional constituye uno de los principales tratamientos rehabilitadores, algunos pacientes continúan presentando secuelas funcionales, asimetría facial y limitaciones en sus actividades cotidianas. Por otro lado, la medicina tradicional china, mediante técnicas como la acupuntura y la moxibustión, ha sido utilizada como tratamiento complementario en diversas afecciones neuromusculares debido a sus posibles efectos sobre la estimulación nerviosa, la circulación sanguínea y la regulación energética del organismo.

Ante la necesidad de implementar tratamientos más integrales y multidisciplinarios que favorezcan una recuperación más completa, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de un abordaje integral mediante fisioterapia y medicina tradicional china en pacientes con Parálisis facial sobre la recuperación funcional, la simetría facial y la calidad de vida? La presente investigación tiene como objetivo analizar el efecto de un abordaje integral basado en fisioterapia y medicina tradicional china en pacientes con Parálisis facial, mediante la aplicación de técnicas terapéuticas orientadas a favorecer la recuperación funcional de los músculos faciales, disminuir las secuelas motoras y mejorar la calidad de vida del paciente.

Asimismo, se busca integrar herramientas terapéuticas convencionales, como los agentes físicos, ejercicios de reeducación neuromuscular y masoterapia, con técnicas complementarias propias de la medicina tradicional china, como la acupuntura y la moxibustión, con la finalidad de proporcionar un tratamiento multidisciplinario que contribuya a una rehabilitación más completa, funcional y emocionalmente favorable para el paciente.

La parálisis facial representa una condición que afecta significativamente la funcionalidad, la comunicación y el bienestar emocional de quienes la padecen. Aunque existen tratamientos convencionales eficaces, algunos pacientes presentan recuperación lenta o secuelas funcionales persistentes. Por ello, resulta relevante explorar estrategias terapéuticas integrales que combinen la fisioterapia con la medicina tradicional china, buscando optimizar la recuperación neuromuscular y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Asimismo, esta investigación puede aportar evidencia sobre la aplicación de modelos terapéuticos complementarios dentro del ámbito de la rehabilitación física.

Objetivos específicos
- Evaluar el grado de afectación funcional mediante escalas de valoración facial.
- Aplicar un protocolo terapéutico basado en fisioterapia y medicina tradicional china.
- Analizar los cambios en la movilidad y simetría facial posteriores al tratamiento.
- Valorar la evolución funcional y la calidad de vida de los pacientes.
- Comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención terapéutica.

Importancia clínica
La presente investigación busca fortalecer el conocimiento sobre la integración de terapias convencionales y complementarias en rehabilitación neurológica, proporcionando una alternativa terapéutica segura y accesible para pacientes con parálisis facial periférica.

Anatomía del nervio facial
El nervio facial corresponde al VII par craneal y es uno de los nervios más importantes en la funcionalidad motora de la cara. Se encarga principalmente de la inervación de los músculos de la expresión facial, además de participar en funciones sensitivas, gustativas y autónomas. Anatómicamente, el nervio facial tiene su origen en el tronco encefálico, específicamente en la protuberancia o puente de Varolio, desde donde emerge para recorrer el conducto auditivo interno y atravesar el hueso temporal mediante el conducto facial.

Posteriormente, el nervio facial sale del cráneo a través del agujero estilomastoideo y se divide en múltiples ramas que permiten la inervación de los músculos faciales. Entre sus principales ramas se encuentran la temporal, cigomática, bucal, mandibular y cervical. Estas ramas son responsables de movimientos como sonreír, fruncir el ceño, cerrar los ojos y elevar las cejas.

Además de la función motora, el nervio facial participa en la percepción gustativa de los dos tercios anteriores de la lengua y en la inervación de glándulas salivales y lagrimales. Debido a la complejidad de su trayecto anatómico, el nervio facial es susceptible a lesiones inflamatorias, infecciosas, traumáticas y compresivas que pueden desencadenar una Parálisis facial.

Fisiología de la expresión facial
La expresión facial constituye una de las principales formas de comunicación no verbal en el ser humano. Los músculos faciales permiten transmitir emociones, sensaciones y estados de ánimo mediante movimientos coordinados controlados por el nervio facial.

La contracción muscular facial ocurre gracias a la transmisión de impulsos nerviosos desde la corteza cerebral hacia el núcleo del nervio facial y posteriormente hacia las fibras musculares. Este proceso depende de una adecuada conducción nerviosa y de la integridad de las placas neuromusculares.
Los músculos de la expresión facial poseen características particulares, ya que se insertan directamente en la piel y no únicamente en estructuras óseas, lo que permite producir movimientos finos y expresivos. Entre los principales músculos se encuentran el orbicular de los ojos, orbicular de los labios, frontal, cigomático mayor y menor, buccinador y platisma.

Cuando existe lesión del nervio facial, se altera la transmisión de impulsos nerviosos, provocando debilidad muscular, pérdida de movilidad y alteraciones en la expresión facial.

Parálisis facial
La Parálisis facial es una alteración neurológica caracterizada por la pérdida parcial o total del movimiento voluntario de los músculos faciales. Puede clasificarse en central o periférica dependiendo de la localización de la lesión.

La parálisis facial central ocurre por lesiones supranucleares, generalmente asociadas a eventos cerebrovasculares, afectando predominantemente la porción inferior de la cara. En cambio, la parálisis facial periférica afecta directamente el nervio facial y compromete toda la hemicara ipsilateral.

Etiología
Las causas más frecuentes incluyen:
- Infecciones virales
- Parálisis de Bell
- Traumatismos
- Tumores
- Enfermedades metabólicas
- Accidentes cerebrovasculares
- Compresiones nerviosas Manifestaciones clínicas

Los pacientes pueden presentar:
- Asimetría facial
- Imposibilidad para cerrar el ojo
- Desviación de la comisura labial
- Alteraciones del habla
- Dificultad para masticar
- Dolor retroauricular
- Epífora o resequedad ocular Complicaciones

Entre las principales complicaciones destacan:
- Sincinesias
- Contracturas musculares

- Espasmos faciales
- Atrofia muscular
- Alteraciones emocionales y sociales

Parálisis de Bell
La Parálisis de Bell es la forma más frecuente de parálisis facial periférica idiopática. Se caracteriza por la aparición súbita de debilidad muscular unilateral facial.

Su etiología no se encuentra completamente definida; sin embargo, diversos estudios la relacionan con la reactivación del virus herpes simple tipo 1, generando inflamación y edema del nervio facial dentro del conducto facial.

Generalmente, el cuadro clínico inicia de forma rápida y puede acompañarse de dolor retroauricular, alteraciones del gusto y sensibilidad auditiva aumentada. Aunque muchos pacientes presentan recuperación espontánea, otros desarrollan secuelas funcionales permanentes.

Evaluación fisioterapéutica
La evaluación fisioterapéutica permite determinar el grado de afectación funcional y establecer objetivos terapéuticos adecuados.

- Escala House-Brackmann

Es una de las escalas más utilizadas para clasificar la severidad de la parálisis facial, valorando simetría, movilidad y función muscular.

- Sunnybrook Facial Grading System

Evalúa la simetría facial en reposo, movimientos voluntarios y sincinesias.

- Escala Visual Análoga (EVA)

Permite medir la intensidad del dolor mediante una valoración subjetiva del paciente.

- Electromiografía

Ayuda a valorar la conducción nerviosa y actividad muscular facial.

- Valoración muscular y funcional

Incluye observación de movimientos faciales específicos:

- Sonrisa
- Elevación de cejas
- Cierre ocular
- Inflado de mejillas

Agentes físicos en fisioterapia
La fisioterapia utiliza diferentes agentes físicos para favorecer la recuperación neuromuscular y funcional en pacientes con parálisis facial.

- Electroestimulación

Consiste en la aplicación de corrientes eléctricas terapéuticas para estimular la contracción muscular y prevenir atrofias.

- Termoterapia

El uso de calor superficial favorece la circulación sanguínea, disminuye rigidez muscular y mejora la relajación tisular.

- Masoterapia

Ayuda a mejorar la circulación, disminuir tensión muscular y favorecer la movilidad facial

- Ejercicio terapéutico

Incluye ejercicios activos, asistidos y de reeducación neuromuscular para recuperar patrones funcionales de movimiento facial.

- Reeducación neuromuscular

Busca restablecer la coordinación muscular facial mediante ejercicios específicos frente al espejo y técnicas propioceptivas.

Medicina tradicional china

La Medicina tradicional china es un sistema médico milenario basado en el equilibrio energético del organismo. Sus fundamentos se sustentan en conceptos filosóficos y fisiológicos orientales.

- Yin y Yang

Representan fuerzas opuestas y complementarias que mantienen el equilibrio corporal.

- Qi y Xue

El Qi corresponde a la energía vital que circula por el organismo, mientras que el Xue representa la sangre y nutrición tisular.

- Meridianos

Son canales energéticos por donde circula el Qi y se conectan con órganos y tejidos corporales. Parálisis facial según medicina tradicional china

Desde esta perspectiva, la parálisis facial se relaciona con invasión de viento y frío externo que bloquean la circulación energética en los meridianos faciales.

- La acupuntura

Es una de las técnicas terapéuticas más representativas de la medicina tradicional china y consiste en la inserción de agujas finas en puntos específicos del cuerpo con el objetivo de regular el flujo energético y estimular mecanismos fisiológicos de recuperación.

En pacientes con parálisis facial, la acupuntura se utiliza para favorecer la estimulación nerviosa, mejorar la circulación sanguínea local, disminuir inflamación y promover la recuperación muscular facial. Diversos estudios han señalado que esta técnica puede contribuir a mejorar la movilidad facial y reducir secuelas motoras.

- La moxibustión

Es una técnica terapéutica que consiste en la aplicación de calor mediante la combustión de artemisa (moxa) sobre puntos específicos del cuerpo o cerca de ellos. Su objetivo principal es estimular la circulación del Qi y la sangre, eliminar frío y favorecer la recuperación energética.

En la parálisis facial, la moxibustión es utilizada principalmente cuando existe presencia de síndromes asociados a frío y estancamiento energético. El calor terapéutico ayuda a mejorar la circulación local, disminuir rigidez muscular y favorecer la recuperación funcional del nervio facial.

- Los emplastos medicinales

Constituyen una técnica complementaria dentro de la medicina tradicional china que consiste en la aplicación tópica de preparaciones herbales sobre zonas específicas del cuerpo con fines terapéuticos.

Estos emplastos pueden contener plantas medicinales con propiedades antiinflamatorias, analgésicas y estimulantes de la circulación sanguínea. En pacientes con parálisis facial, se emplean sobre regiones musculares afectadas para favorecer la relajación muscular, disminuir dolor y estimular la recuperación funcional.

Evidencia científica actual

En los últimos años, diferentes investigaciones han evaluado la efectividad de la fisioterapia y la medicina tradicional china en pacientes con Parálisis facial.

Diversos estudios reportan que la fisioterapia contribuye significativamente a mejorar la movilidad facial y prevenir secuelas musculares mediante ejercicios terapéuticos y agentes físicos. Asimismo, investigaciones relacionadas con la acupuntura muestran resultados favorables en la recuperación funcional y reducción del tiempo de rehabilitación.

Actualmente, existe interés creciente en el desarrollo de protocolos integradores que combinen fisioterapia convencional y medicina tradicional china, debido a que el abordaje multidisciplinario puede generar beneficios funcionales, emocionales y sociales más completos en comparación con tratamientos aislados.

Sin embargo, aún se requiere mayor evidencia científica que permita estandarizar protocolos terapéuticos integrales y establecer parámetros clínicos específicos para el manejo interdisciplinario de la parálisis facial periférica.

Efectividad comparada entre fisioterapia convencional y terapias complementarias

El tratamiento de la Parálisis facial ha evolucionado hacia un enfoque multidisciplinario debido a las múltiples alteraciones funcionales, emocionales y sociales que provoca esta afección. Tradicionalmente, la fisioterapia convencional ha representado una de las principales estrategias de rehabilitación; sin embargo, en los últimos años las terapias complementarias, especialmente aquellas pertenecientes a la Medicina tradicional china, han adquirido relevancia debido a los resultados favorables observados en la recuperación funcional de los pacientes.

La fisioterapia convencional incluye técnicas como electroestimulación, ejercicios terapéuticos, reeducación neuromuscular, masoterapia, termoterapia y terapia manual. Estas intervenciones tienen como objetivo estimular la función muscular, prevenir atrofias, mejorar la movilidad facial y disminuir complicaciones como sincinesias y contracturas musculares. Diversas revisiones sistemáticas han señalado que modalidades como la electroestimulación, terapia láser y ejercicios de Kabat pueden contribuir significativamente a mejorar la funcionalidad facial y disminuir el tiempo de recuperación.

Por otro lado, las terapias complementarias, principalmente la acupuntura, moxibustión y otras técnicas de medicina tradicional china, han demostrado efectos positivos en la recuperación neuromuscular y en la calidad de vida de los pacientes. Estudios recientes indican que la acupuntura favorece la circulación sanguínea, estimula la regeneración nerviosa y mejora la función muscular facial. Además, se ha observado disminución del tiempo de recuperación y mejora en escalas funcionales como House-Brackmann y Facial Disability Index.

Una revisión sistemática y metaanálisis publicada en el año 2026 reportó que la combinación de acupuntura con otras terapias de medicina tradicional china, como ventosas, tuina, aplicaciones tópicas herbales y moxibustión, mostró mejores resultados funcionales en comparación con la acupuntura aislada. Asimismo, los pacientes presentaron mayor recuperación del nervio facial y mejor desempeño social y físico durante el proceso de rehabilitación.

De igual manera, investigaciones relacionadas con la moxibustión y la electroacupuntura señalan que estas técnicas pueden ofrecer una mejoría superior en la función del nervio facial respecto a tratamientos convencionales aislados, particularmente en pacientes con parálisis facial periférica crónica o con recuperación lenta.

A pesar de los beneficios observados tanto en fisioterapia convencional como en terapias complementarias, la literatura científica menciona que muchos estudios presentan limitaciones metodológicas, heterogeneidad en los protocolos terapéuticos y tamaños muestrales reducidos. No

obstante, existe consenso creciente sobre la importancia de integrar ambos enfoques terapéuticos para potenciar los resultados funcionales y emocionales del paciente.

Actualmente, el abordaje integral que combina fisioterapia convencional y medicina tradicional china representa una alternativa prometedora dentro de la rehabilitación neurológica, debido a que permite trabajar simultáneamente aspectos musculares, nerviosos, circulatorios y energéticos. Esta integración terapéutica podría favorecer una recuperación más rápida, funcional y completa en pacientes con parálisis facial periférica

METODOLOGÍA

Enfoque y diseño del estudio
La presente investigación tendrá un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi experimental y de tipo longitudinal, debido a que se evaluarán los cambios funcionales en pacientes con Parálisis facial antes y después de la aplicación de un protocolo integral basado en fisioterapia y medicina tradicional china.

El estudio será de alcance aplicado, ya que busca analizar los efectos terapéuticos de un abordaje integral en la recuperación funcional facial y calidad de vida de los pacientes.

Población y muestra
La población estará conformada por pacientes con diagnóstico de parálisis facial periférica pertenecientes a la comunidad de Santa Ana Jilotzingo.

La muestra será seleccionada de manera no probabilística por conveniencia, incluyendo pacientes que cumplan con los criterios establecidos y acepten participar voluntariamente en la investigación.
Criterios de inclusión

- Pacientes con diagnóstico de parálisis facial periférica.
- Hombres y mujeres mayores de 18 años.
- Pacientes pertenecientes a la comunidad de Santa Ana Jilotzingo.
- Pacientes que acepten participar mediante consentimiento informado. Criterios de exclusión
- Pacientes con enfermedades neurológicas severas asociadas.
- Pacientes con alteraciones cognitivas que dificulten la evaluación.
- Personas con lesiones faciales traumáticas graves.
- Pacientes que abandonen el tratamiento durante la investigación.

I**nstrumentos de evaluación**
Para valorar la evolución funcional de los pacientes se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Escala House-Brackmann.
- Escala Visual Análoga (EVA) para dolor.
- Valoración de simetría facial.
- Observación funcional de movimientos faciales.
- Registro fotográfico clínico. Intervención terapéutica

Los pacientes recibirán un tratamiento integral basado en fisioterapia y medicina tradicional china durante un periodo aproximado de 6 a 8 semanas, con una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana.

La intervención incluirá:

- Electroestimulación.
- Ejercicios de reeducación neuromuscular.
- Masoterapia facial.
- Termoterapia.
- Acupuntura.
- Moxibustión. Procedimiento

Inicialmente se realizará una valoración fisioterapéutica y funcional de cada paciente para identificar el grado de afectación facial. Posteriormente se aplicará el protocolo terapéutico integral establecido para la investigación.

Durante el tratamiento se llevará un seguimiento clínico de la evolución funcional mediante reevaluaciones periódicas utilizando las escalas e instrumentos seleccionados.

Finalmente, los resultados obtenidos antes y después de la intervención serán comparados para analizar los efectos del abordaje integral sobre la recuperación funcional y la calidad de vida de los pacientes con parálisis facial periférica.

Análisis de datos

Los datos obtenidos durante la investigación serán organizados y registrados en tablas de recolección para facilitar su análisis e interpretación. Posteriormente, la información será analizada mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias, porcentajes, promedios y gráficas que permitan observar la evolución funcional de los pacientes con Parálisis facial antes y después de la intervención terapéutica.

Los resultados obtenidos a través de la escala House-Brackmann, Escala Visual Análoga (EVA), valoración funcional y observación de la simetría facial serán comparados entre la evaluación inicial y la evaluación final, con el propósito de identificar cambios en la movilidad facial, disminución del dolor y mejoría funcional.

Asimismo, se realizará una interpretación comparativa de los resultados para determinar la efectividad del abordaje integral basado en fisioterapia y medicina tradicional china. Los datos podrán representarse mediante tablas y gráficas para facilitar la comprensión de los resultados obtenidos durante el estudio.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante la aplicación del protocolo integral en pacientes con Parálisis facial fueron favorables en la mayoría de los casos evaluados. De los 10 pacientes atendidos dentro de la investigación, 9 presentaron una recuperación funcional satisfactoria en un periodo aproximado de 4 semanas de tratamiento.

La mejoría clínica observada se evidenció principalmente mediante:

- Recuperación progresiva de la simetría facial.
- Mejor cierre ocular.
- Incremento de la movilidad muscular facial.
- Recuperación funcional de la comisura labial.
- Disminución de rigidez y debilidad muscular.

Asimismo, los pacientes mostraron mejoría en actividades relacionadas con la expresión facial, comunicación y funciones básicas como alimentación y habla, reflejando un impacto positivo en su calidad de vida.

Por otra parte, uno de los pacientes presentó un tiempo de recuperación superior a un mes. Esta situación se relacionó principalmente con factores externos al protocolo terapéutico, entre ellos:

- Inasistencia frecuente a las sesiones.
- Bajo cumplimiento del programa terapéutico.
- Falta de seguimiento de las indicaciones y ejercicios domiciliarios.

Estos factores influyeron directamente en el retraso del proceso de recuperación funcional, lo que permitió identificar la importancia de la participación activa del paciente dentro del tratamiento integral.

Durante la aplicación del protocolo no se reportaron efectos adversos relevantes derivados del uso de acupuntura, moxibustión o agentes fisioterapéuticos, lo cual sugiere que el protocolo terapéutico implementado es seguro y bien tolerado por los pacientes.

Con base en los resultados obtenidos hasta el momento, se concluye que el protocolo terapéutico integral basado en fisioterapia y medicina tradicional china ha mostrado efectividad en la recuperación funcional de pacientes con parálisis facial periférica, favoreciendo la movilidad muscular, la simetría facial y el bienestar general de los participantes.

Asimismo, se identificó que la participación activa, la asistencia constante y el seguimiento adecuado de las indicaciones terapéuticas representan factores determinantes para optimizar el tiempo de recuperación y disminuir el riesgo de secuelas funcionales.

Hasta el momento, este protocolo representa una alternativa terapéutica complementaria que puede contribuir positivamente en la rehabilitación y calidad de vida de pacientes con parálisis facial. Sin embargo, se continuará con la aplicación, seguimiento y valoración clínica del protocolo con la finalidad de fortalecer los resultados obtenidos y ampliar la evidencia relacionada con este abordaje integral.

CONCLUSIÓN

La combinación de fisioterapia y medicina tradicional china demostró ser una alternativa terapéutica efectiva y segura en pacientes con Parálisis facial, favoreciendo notablemente la recuperación funcional, la simetría facial y la calidad de vida, destacando la importancia de la participación activa de cada paciente durante todo el proceso rehabilitador integral.

BIBLIOGRAFIA

1. Bell, Charles (1821). On the nerves: Giving an account of some experiments on their structure and functions. Philosophical Transactions of the Royal Society.
2. Borchgrevink, H. M. (2008). Facial nerve anatomy and clinical correlations. European Journal of Anatomy, 12(2), 101–108.
3. Castro Sánchez, A. M., Matarán Peñarrocha, G. A., Arroyo Morales, M., & Fernández de las Peñas, C. (2012). Effects of physical therapy on peripheral facial paralysis: A systematic review. Revista de Neurología, 54(10), 605–614.
4. Organización Mundial de la Salud. (2019). WHO global report on traditional and complementary medicine 2019. World Health Organization.
5. World Confederation for Physical Therapy. (2021). Policy statement: Description of physical therapy. WCPT.
6. Finsterer, J. (2008). Management of peripheral facial nerve palsy. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 265(7), 743–752. https://doi.org/10.1007/s00405-008-0646-4
7. House, J. W., & Brackmann, D. E. (1985). Facial nerve grading system. Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 93(2), 146–147. https://doi.org/10.1177/019459988509300202
8. Kisner, C., & Colby, L. A. (2018). Therapeutic exercise: Foundations and techniques (7th ed.). F. A. Davis Company.
9. Huang Di Nei Jing. (2003). The Yellow Emperor's Classic of Internal Medicine. Foreign Languages Press.
10. Lundy-Ekman, L. (2018). Neuroscience: Fundamentals for rehabilitation (5th ed.). Elsevier.
11. Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2018). Clinically oriented anatomy (8th ed.). Wolters Kluwer.
12. O'Sullivan, S. B., Schmitz, T. J., & Fulk, G. D. (2019). Physical rehabilitation (7th ed.). F. A. Davis Company.
13. Peitersen, E. (2002). Bell's palsy: The spontaneous course of 2,500 peripheral facial nerve palsies. Acta Oto-Laryngologica Supplementum, 549, 4–30.

14. Pérez Martínez, V. T., & Gómez Conesa, A. (2015). Electrotherapy and facial rehabilitation in peripheral facial paralysis. Fisioterapia, 37(4), 169–176.
15. Ross, B., Fradet, G., & Nedzelski, J. (1996). Development of a sensitive clinical facial grading system. Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 114(3), 380–386.
16. Standring, S. (2021). Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice (42nd ed.). Elsevier.
17. Wang, J., Li, Y., Deng, L., & Liu, Z. (2020). Acupuncture for Bell's palsy: A systematic review and meta-analysis. Complementary Therapies in Clinical Practice, 39, 101–115. https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101115
18. Zhao, H., Zhang, X., Tang, Y., & Liu, M. (2019). Effectiveness of acupuncture and moxibustion for peripheral facial paralysis: A review of randomized controlled trials. Journal of Traditional Chinese Medicine, 39(5), 673–680.
19. NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico. Diario Oficial de la Federación, México.
20. NOM-017-SSA3-2012, Regulación de servicios de salud en materia de medicina tradicional y complementaria. Diario Oficial de la Federación, México.

AFRONTAMIENTO Y ADAPTACIÓN AL ESTRÉS EN UN NIÑO EN EDAD ESCOLAR ANTE UNA CRISIS ASMÁTICA

María Martinez-Barrera, José Arias-Rico, Rosa María Baltazar-Téllez, Esther Ramírez-Moreno, Diana Laura Molina-Avilez, Grecia Abigail Ángeles-Ochoa y Patricia Lopez-Melo.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo.
marigeme _ 03@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: la importancia de reconocer la condición del niño con asma como enfermedad crónica de alta prevalencia y cómo esta desencadena circunstancias negativas para la persona como sujeto de cuidado y para su entorno. El asma es conocida como una enfermedad no transmisible y crónica, se prolonga en el tiempo cuyo curso puede incluir un periodo de seis meses en adelante. En la práctica clínica, se evidencia que estas enfermedades tienen un tratamiento, pero no son curables, lo cual resulta ser un indicador importante de salud pública y de impacto en los sistemas de salud. Las enfermedades respiratorias, particularmente en los niños con problemas de asma o crisis asmática, se debe llevar un control de la enfermedad, y del estrés que pueda presentar un pediátrico en una fase de crisis asmática; para ello es importante identificar el nivel de afrontamiento y adaptación como los conceptos centrales de esta investigación. El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el grado de afrontamiento y adaptación del paciente pediátrico ante el estrés en una crisis de asma. Metodología: se trata de un caso clínico con diseño metodológico de enfoque mixto, descriptivo y observacional sobre el afrontamiento y adaptación del estrés en el niño escolar de 7 años ante una crisis de asma; además se utilizó el instrumento de Escala de Medición del Proceso de Afrontamiento y Adaptación (EsCAPs) de Callista Roy; versión modificada en español para pacientes pediátricos. Se obtuvo el consentimiento informado para la presentación del caso y se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 25 para el análisis de los datos. Resultados: el sujeto de estudio presento un nivel de afrontamiento y adaptación medio; presentó ansiedad al principio de la crisis de asma. Este hallazgo coincide con otras investigaciones publicadas, en donde se han presentado altos niveles de ansiedad derivada de las crisis de asma con baja capacidad de afrontamiento. Conclusiones: el nivel de afrontamiento y estrés tiene que ver con el nivel de adaptación al medio y de la importancia de la interacción de paciente-enfermera, con un abordaje integral enfocado en la protección de la salud mental en los pacientes pediátricos que presentan afrontamiento de estrés ante una crisis asmática.

Palabras clave: crisis asmática, estudio de caso, escolar.

ABSTRACT

Introduction: The importance of recognizing asthma as a highly prevalent chronic disease in children and how it triggers negative circumstances for the individual as a care recipient and for their environment. Asthma is known as a chronic, non-communicable disease that persists over time, with a course that can last six months or more. In clinical practice, it is evident that these diseases have treatment options, but they are not curable, which is an important public health indicator and has a significant impact on healthcare systems. Respiratory diseases, particularly in children with asthma or asthma attacks, require careful management of the disease itself and the stress that a pediatrician may experience during an asthma attack. Therefore, it is important to identify the level of coping and adaptation as the central concepts of this research. The objective of this study was to evaluate the degree of coping and adaptation of pediatric patients to the stress of an asthma attack. Methodology: This is a clinical case study with a mixed-methods, descriptive, and observational design on coping and adaptation to stress in a 7-year-old school-aged child experiencing an asthma attack. The Coping and Adaptation Process Measurement Scale (EsCAPs) by Callista Roy, modified in Spanish for pediatric patients, was used. Informed consent was obtained for the presentation of the case, and

IBM SPSS Statistics version 25 was used for data analysis. Results: The study subject presented a moderate level of coping and adaptation; he exhibited anxiety at the beginning of the asthma attack. This finding is consistent with other published research, which has shown high levels of anxiety resulting from asthma attacks with low coping capacity. Conclusions: The level of coping and stress is related to the level of adaptation to the environment and the importance of the patient-nurse interaction, with a comprehensive approach focused on protecting the mental health of pediatric patients who experience stress coping during an asthma attack.

Keywords: asthmatic crisis, case study, school.

INTRODUCCIÓN

la importancia de reconocer la condición del niño con asma como enfermedad crónica de alta prevalencia y cómo esta desencadena circunstancias negativas para la persona como sujeto de cuidado y para su entorno. El asma es conocida como una enfermedad no transmisible y crónica, se prolonga en el tiempo cuyo curso puede incluir un periodo de seis meses en adelante. En la práctica clínica, se evidencia que estas enfermedades tienen un tratamiento, pero no son curables, lo cual resulta ser un indicador importante de salud pública y de impacto en los sistemas de salud. Las enfermedades respiratorias, particularmente en los niños con problemas de asma o crisis asmática, se debe llevar un control de la enfermedad, y del estrés que pueda presentar un pediátrico en una fase de crisis asmática; para ello es importante identificar el nivel de afrontamiento y adaptación como los conceptos centrales de esta investigación.

El asma es una enfermedad crónica prevalente en la infancia y constituye un problema de salud pública. La crisis asmática genera repercusiones físicas y emocionales para el niño y su familia. El afrontamiento constituye un proceso clave para la adaptación a condiciones crónicas de salud. Diversos autores señalan que las estrategias centradas en el problema y el apoyo familiar favorecen el control de la enfermedad y la calidad de vida.

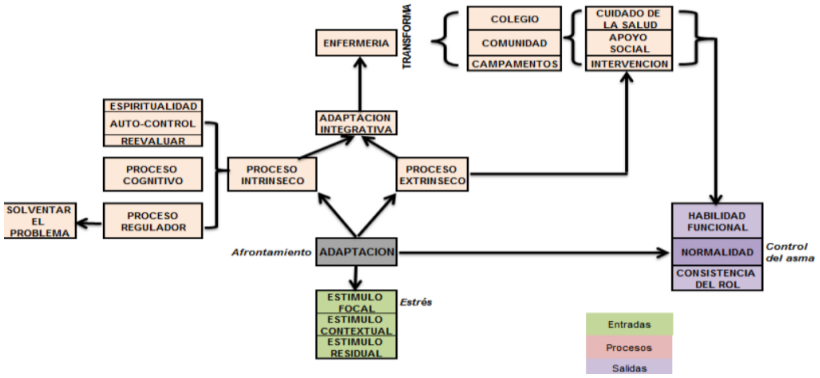
TEORÍA

El asma es una enfermedad crónica prevalente en la infancia y constituye un problema de salud pública. La crisis asmática genera repercusiones físicas y emocionales para el niño y su familia. El afrontamiento constituye un proceso clave para la adaptación a condiciones crónicas de salud. Diversos autores señalan que las estrategias centradas en el problema y el apoyo familiar favorecen el control de la enfermedad y la calidad de vida.

Modelo de adaptación de Roy en la comprensión del fenómeno del asma en la niñez
El Modelo de Callista Roy propone que, para lograr la adaptación, se debe explorar el ambiente en el que se encuentra la persona y, a su vez, las experiencias, las conductas, los sentimientos y todo lo que concierne a lo que no es visible pero sí se puede percibir. La profesión de enfermería es una disciplina que, a través del arte, el cuidado y la vocación logra comprender estos fenómenos o expresiones inmersas en el ser humano. A su vez, Roy plantea que existen estímulos focales, contextuales y residuales (Roy, 2019), que son considerados como todo aquello que genera una respuesta en el ser humano y que pueden resultar en un proceso de adaptación o no adaptación.

De otro lado, se cuenta con la cognición, definida por Roy como “las habilidades humanas de pensar, sentir y actuar”, la manera como el individuo interpreta los estímulos. Además, como lo indica la teorista, “el proceso cognitivo también está influenciado por el proceso emocional”, lo que refuerza la relación que se genera entre el estrés y el afrontamiento, o cómo se puede obtener el control de la enfermedad en términos de un proceso de adaptación. A partir del Modelo de Adaptación de Callista Roy se propone una teoría de rango medio de Adaptación a condiciones Crónicas de Salud (Buckner & Hayden, 2014), que plantea conceptos del mismo modelo y desarrolla otros relacionados. (Figura No.1)

Figura No. 1
Relación del modelo de adaptación de Roy con la Teoría de Rango Medio de adaptación en Condiciones Crónicas de Salud.



Fuente: Elaboración obtenida por los autores de Buckner & Hayden, 2014

EL ASMA COMO ENFERMEDAD CRONICA

Los factores físico-patológicos que favorecen el estrechamiento de la vía aérea en el asma son diversos y se desencadenan por un estímulo, el tabaquismo, alérgenos, el estrés, entre otros agentes que incrementar el edema de las vías aéreas secundario a la acción de las células que generan la inflamación de los vasos, de otro lado como respuesta inmunitaria se aumenta la secreción de moco en el tracto respiratorio lo que ocasiona la obstrucción de los bronquios (Iniciativa Global para el Asma, 2019).

Esta enfermedad crónica es, finalmente, una alteración del funcionamiento normal del sistema respiratorio causada por diversos factores: genéticos, de obesidad, género, alergenos, tabaquismo, polución, dieta o cambio climático; algunos son extrínsecos y otros intrínsecos. Lo novedoso es que se está contemplando cómo los factores conductuales son detonantes de la aparición de síntomas o de la exacerbación de los mismos, un hecho que le aporta mayor relevancia al presente estudio (Salvador y Estrada, 2016).

Al conocer cómo se desencadena la enfermedad bronquial, se debe distinguir el proceso de adaptación a este evento de salud, el control del asma, que se divisa como el “control de las manifestaciones clínicas de la enfermedad y su atención, un elemento indispensable en el manejo y tratamiento. Dicho control se logra cuando el cuidado y el tratamiento son seguros y no aparecen síntomas por periodos prolongados” (Batteman, 2014).

Alérgica (mayor frecuencia): En el 70% de casos se puede encontrar una sensibilización a Aero alérgenos con producción de IgE alérgeno específica, exposiciones subsecuentes activan la liberación de mediadores inflamatorios con producción de inflamación bronquial, broncoconstricción, e hiperreactividad de la vía aérea, No Alérgica (menor frecuencia) otros mecanismos, ingestión de medicamentos principalmente AINES, autoinmunidad, sensibilización con alérgenos ocupacionales con mecanismo no mediado por IgE.

AFRONTAMIENTO Y ASMA

El asma es una de las enfermedades respiratorias más comunes de evolución crónica en la infancia, caracterizada por ataques recurrentes de falta de aire y sibilancias, y afecta a personas de todas las edades. Es la enfermedad crónica más común entre los niños. El asma se caracteriza por ataques recurrentes de disnea y sibilancias, que varían en severidad y frecuencia de una persona a otra. Los síntomas pueden sobrevenir varias veces al día o a la semana, y en algunas personas se agravan durante la actividad física o por la noche.

A su vez, se debe conocer que Lazarus y Folkman, son quienes definen y aportan la comprensión del afrontamiento como “aquellos esfuerzos cognitivos y conductuales constantemente cambiantes que se desarrollan para manejar las demandas específicas externas y/o internas”. Es importante definir el estilo del afrontamiento, este se concibe como aquellos actos que permiten hacer frente a los eventos que se pueden presentar, mientras que las estrategias de afrontamiento son aquellos métodos que se asumen en cada situación (Fernández, 2017).

En este marco se puede contemplar la fundamentación de la teoría formal de Enfermería. A partir de Callista Roy, con la Teoría de Rango Medio de Adaptación a Condiciones Crónicas de salud se plantean los supuestos filosóficos que aportan al soporte teórico de la enfermería. Uno de estos indica que el proceso de adaptación de una condición crónica requiere de empoderamiento, aceptar los cambios, buscar apoyo social y solventar el problema. Es importante tomar responsabilidad en el autocuidado. Cuando el tratamiento y las modificaciones del estilo de vida de la persona con una enfermedad crónica son efectivos, se logra un mecanismo regulador de adaptación. El tratamiento de una enfermedad representa un mayor nivel de estrés, que impacta de manera negativa la adaptación de esta eventualidad.

Figura No. 2 Representación del proceso de afrontamiento.



Fuente: Aspectos generales de la teoría de Callista Roy. M. Maldonado 2018.

PARTE EXPERIMENTAL

Se desarrolló un estudio de caso clínico con diseño mixto, descriptivo y observacional. La información fue obtenida mediante revisión del expediente clínico, entrevista con la madre y aplicación de la escala EsCAPs de 47 ítems. El estudio se realizó durante agosto de 2023 en un consultorio privado de enfermería. Se obtuvo consentimiento informado y los datos fueron procesados mediante IBM SPSS Statistics 251.

RESULTADOS

El paciente presentó dificultad respiratoria, sibilancias y saturación de oxígeno disminuida durante la crisis asmática. En la evaluación del afrontamiento obtuvo 140 puntos globales. Los puntajes por factor fueron: Recursivo y centrado=29; Físico y enfocado=43; Proceso de alerta=27; Procesamiento sistemático=16; Conociendo y relacionando=25. Estos resultados corresponden a alta capacidad de afrontamiento y adaptación, destacando estrategias centradas en el problema, búsqueda de apoyo y control emocional.

Tabla 2. Resultados De La Medicion Del Proceso De Afrontamiento Y Adapatación.

Grado de capacidad de afrontamiento y adaptación	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Puntaje Global
	Recursivo y centrado	Físico y enfocado	Proceso de alerta	Procesamiento sistemático	Conociendo y relacionando	
Baja capacidad	47-82	13-23	9-16	6-11	8-14	47-82
Mediana capacidad	20-28	24-33	17-23	12-15	15-20	83-118
Alta capacidad	29-36*	34-42	24-29*	16-20*	21-26*	119-153*
Muy alta capacidad	37-44	43-52*	30-36	21-24	27-32	154-188
Resultados	29	43	27	16	25	140

Donde los resultados obtenidos:

Tabla 2.1 Resultados EsCAPs	
Factor 1	29 (Alta capacidad)
Factor 2	43 (Muy alta capacidad)
Factor 3	27 (Alta capacidad)
Factor 4	16 (Alta capacidad)
Factor 5	25 (Alta capacidad)
Puntaje global: 140	

Fuente: Aplicación de la escala de medición del proceso de afrontamiento y adaptación (ESCAPS), 2024. * Nivel de afrontamiento que obtuvo el paciente pediátrico.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio coinciden parcialmente con los reportados por Sindy Carolina Moreno (2017), quien desarrolló la investigación “Estrés, afrontamiento y control del asma en niños” en el Hospital Infantil Universitario San José de Colombia, incluyendo más de 140 pacientes pediátricos con asma. En dicho estudio se identificaron diferencias significativas en los niveles de estrés según el contexto de atención. Los niños atendidos en consulta externa presentaron niveles leves de estrés, mientras que aquellos hospitalizados evidenciaron niveles más elevados, lo que sugiere una mayor exposición a estresores cotidianos durante la hospitalización.

Al comparar estos resultados con el caso analizado, se observó una respuesta diferente a la esperada. Aunque el paciente se encontraba hospitalizado por una crisis asmática, presentó un nivel de estrés bajo, a pesar de que la literatura describe una tendencia hacia niveles más altos de estrés en este contexto. Este hallazgo podría explicarse por la presencia de factores protectores individuales y familiares que favorecieron su adaptación durante el proceso de hospitalización.

Entre estos factores destaca el apoyo familiar, reconocido como un elemento fundamental en la experiencia de enfermedad de los niños con asma. Diversos estudios han señalado que una relación cercana con los padres, el acompañamiento constante y la percepción de un entorno familiar seguro contribuyen a disminuir la percepción de estrés. Asimismo, la presencia de hábitos familiares saludables fortalece el vínculo afectivo y genera sentimientos de protección y seguridad, aspectos que favorecen el adecuado control de la enfermedad y la adaptación al proceso de atención.

Respecto a la variable de afrontamiento, la aplicación de la escala permitió identificar que el paciente utilizaba predominantemente estrategias funcionales. Se evidenció una tendencia hacia la búsqueda de apoyo y el control emocional, recursos que favorecieron una respuesta adaptativa frente a la crisis asmática y al proceso de hospitalización. Estos resultados sugieren una adecuada capacidad para enfrentar situaciones estresantes relacionadas con su condición de salud.

De manera similar a lo reportado en la literatura, los niños con un mejor control de la enfermedad suelen emplear estrategias centradas en la evaluación y resolución del problema, mientras que aquellos expuestos a mayores niveles de estrés tienden a utilizar mecanismos centrados principalmente en la emoción. En el presente caso, el paciente mostró características compatibles con un afrontamiento orientado al problema, lo que pudo contribuir a mantener niveles reducidos de estrés a pesar de la hospitalización.

En conjunto, los resultados permiten inferir que el apoyo familiar y las estrategias funcionales de afrontamiento constituyen factores protectores relevantes en niños con asma. Estos elementos favorecen la adaptación ante situaciones de enfermedad aguda y podrían desempeñar un papel importante en la reducción del impacto emocional asociado a la hospitalización pediátrica.

CONCLUSIONES

El presente estudio de caso permitió analizar el proceso de afrontamiento y adaptación de un paciente pediátrico de siete años durante una crisis asmática, utilizando como marco conceptual el Modelo de Adaptación de Callista Roy. Desde esta perspectiva, las respuestas adaptativas favorecen la integridad de la persona y contribuyen a su supervivencia, crecimiento y dominio frente a situaciones estresantes de salud. La aplicación de la Escala de Medición del Proceso de Afrontamiento y Adaptación (EsCAPS) permitió identificar el grado de capacidad, los estilos y las estrategias de afrontamiento utilizadas por el paciente ante la enfermedad.

En relación con el objetivo general, orientado a evaluar el grado de afrontamiento y adaptación del paciente pediátrico ante el estrés generado por una crisis asmática, los resultados evidenciaron una alta capacidad de afrontamiento y adaptación. A pesar de encontrarse hospitalizado durante cuatro días para observación y tratamiento, el paciente mantuvo niveles bajos de estrés y mostró respuestas adaptativas efectivas frente a su condición clínica.

Respecto al primer objetivo específico, relacionado con la identificación de los niveles de estrés durante la crisis asmática, los hallazgos sugieren que la hospitalización no necesariamente se asocia con un incremento del estrés cuando existen factores protectores significativos. En este caso, el paciente contó con un entorno familiar estable y una red de apoyo constante, elementos que contribuyeron a disminuir el impacto emocional de la enfermedad. Asimismo, la experiencia previa de la familia en el manejo de las crisis asmáticas favoreció una mayor sensación de seguridad y control de la situación.

En cuanto al segundo objetivo específico, enfocado en identificar el proceso de disminución del estrés, se observó que el afrontamiento efectivo estuvo estrechamente relacionado con la capacidad del paciente para utilizar recursos personales y familiares ante la situación de enfermedad. La presencia de estrategias adaptativas funcionales permitió mantener la estabilidad emocional durante el episodio agudo, favoreciendo una respuesta positiva frente a los estímulos estresantes derivados de la hospitalización y del proceso de atención médica.

Estos resultados respaldan los postulados del Modelo de Adaptación de Roy, al evidenciar que los mecanismos de afrontamiento pueden favorecer respuestas adaptativas positivas incluso en situaciones clínicas potencialmente estresantes. Asimismo, refuerzan la importancia de considerar el contexto familiar como un elemento fundamental en el cuidado pediátrico, dado que la participación activa de los cuidadores puede influir favorablemente en la adaptación del niño a la enfermedad.

Desde la práctica de enfermería pediátrica, los hallazgos resaltan la relevancia de desarrollar intervenciones dirigidas no solo al control clínico del asma, sino también al fortalecimiento de los recursos emocionales y familiares que favorecen el afrontamiento. La valoración integral del paciente y su familia permite identificar factores protectores que pueden potenciar la adaptación y contribuir a una mejor evolución durante las crisis asmáticas.

Finalmente, este caso aporta evidencia que respalda la utilidad de las teorías de rango medio en enfermería para comprender fenómenos relacionados con la adaptación y el afrontamiento en pacientes pediátricos. Además, pone de manifiesto la importancia de continuar desarrollando investigaciones que permitan profundizar en los factores que favorecen respuestas adaptativas exitosas en niños con enfermedades crónicas como el asma.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moreno, S. C. (2017). *Estrés, afrontamiento y control del asma en niños* [Trabajo de investigación]. Hospital Infantil Universitario San José, Colombia.
2. Arrieta, G. A., Baldi-López, G., & Nasetta, S. A. (2015). Estrategias de afrontamiento y estrés en un grupo de niños de la ciudad de San Luis (Argentina). *Fundamentos en Humanidades, 11*(18), 97–106.
3. Barraza Villarreal, A. (2018). *Asma infantil: un importante problema de salud pública*. Academia de Ciencias de Morelos A.C.
4. Bateman, E. D. (2004). Overall asthma control: The relationship between current control and future risk. *European Respiratory Journal, 25*(3), 589–595.
5. Buckner, E., & Hayden, S. (2014). *Synthesis of middle range theory of adapting to chronic health conditions*. En M. J. Smith & P. R. Liehr (Eds.), *Middle range theory for nursing* (3.ª ed.). Springer Publishing Company.
6. Cheung, P. (2004). La enfermería infantil y los cuidados centrados en la familia. *Enfermería Clínica, 14*(3), 83–92.
7. Compas, B. E., Malcarne, V. L., & Fondacaro, K. M. (1988). Coping with stressful events in older children and young adolescents. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 56*(3), 405–411.
8. Compas, B. E., Orosan, P. G., & Grant, K. E. (1995). Adolescent stress and coping: Implications for psychopathology during adolescence. *Journal of Adolescence, 18*(3), 331–349.
9. Crespo, M. P. (2013). El impacto del asma en la infancia y la adolescencia. En *Actualización en Pediatría* (pp. 257–265). Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria.
10. Duque, P. A., & Asociada, D. (2016). Afrontamiento y adaptación de cuidadores de niños y niñas con cáncer. *Revista Universidad y Salud, 18*(2), 302–311. https://doi.org/10.22267/rus.161802.40
11. Fernández, E. G. (1997). *Estilos y estrategias de afrontamiento*. Pirámide.
12. Fernández, A., & López, I. (2006). Transmisión de emociones, miedo y estrés infantil por hospitalización. *International Journal of Clinical and Health Psychology, 6*(3), 631–645.
13. Flórez Pérez, J. X., & Rangel Morales, A. J. (2019). *Análisis entre la dinámica familiar y el rendimiento académico en adolescentes de la Corporación María Goretti, Cúcuta* [Trabajo de grado].
14. Fawcett, J. (1992). The metaparadigm of nursing: Present status and future refinements. *Image: The Journal of Nursing Scholarship, 16*(3), 84–87.
15. Folkman, S., & Lazarus, R. S. (1984). If it changes it must be a process: Study of emotion and coping during three stages of a college examination. *Journal of Personality and Social Psychology, 48*(1), 150–170.

16. Godoy, V., & Moreno, J. E. (2002). Afrontamiento del estrés y neuroticismo en relación con la severidad del asma. *Archivos de Alergia e Inmunología Clínica, 33*(2), 53–57.
17. Global Initiative for Asthma. (2019). *Global strategy for asthma management and prevention*. https://ginasthma.org
18. Jiménez, V., Zapata, L., & Díaz, L. (2013). Capacidad de afrontamiento y adaptación de los familiares del paciente adulto hospitalizado en una unidad de cuidado intensivo. *Aquichan, 13*(2), 177–194.
19. León-Duarte, G. A. (2021). Teorías de rango medio en comunicación: Elementos constitutivos para un enfoque de comunicación como cultura. *Matrizes, 15*(2), 95–118.
20. Lezana, V., & Arancibia, J. C. (2006). Consideraciones epidemiológicas del asma en Latinoamérica. *Neumología Pediátrica, 1*(1), 45–48.
21. Lima, L., Guerra, M. P., & Serra, M. (2010). The psychological adjustment of children with asthma: Study of associated variables. *The Spanish Journal of Psychology, 13*(1), 353–363.
22. López Fernández, M., & Álvarez-Llaneza García, E. (1995). Aspectos psicológicos de la hospitalización infantil. *Anales de Pediatría, 36*, 235–240.
23. Marriner-Tomey, A., & Alligood, M. R. (2007). *Modelos y teorías en enfermería* (6.ª ed.). Elsevier.
24. Martínez González, V. (2012). El estrés en la infancia: Estudio de una muestra de escolares de la zona sur de Madrid capital. *Revista Iberoamericana de Educación, 59*(2), 1–9.
25. Maturana, H., & Vargas, S. (2015). El estrés escolar. *Revista Médica Clínica Las Condes, 26*(1), 34–41. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.02.003
26. Organización Mundial de la Salud. (2023). *Asma*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/asthma
27. Roy, C. (2019). *Coping and Adaptation Processing Scale (CAPS)*. Boston College.
28. Salvador, J., & Estrada, M. (2016). Factores conductuales asociados a la exacerbación de síntomas asmáticos. *Revista de Salud Respiratoria*, 12(2), 45–53.

EVALUACIÓN DEL CONFORT NEONATAL EN RELACIÓN CON LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

Guadalupe Olguín-López, José Arias Rico, Rosa María Baltazar-Téllez, Juana Maygualidia Aguilar-Gutiérrez, Esther Ramírez-Moreno, Grecia Abigail Angeles-Ochoa y Patricia Lopez-Melo

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
golguin174@gmail.com

RESUMEN

Introducción: los prematuros en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales están sometidos a estrés por sonidos de alta intensidad derivados del equipo y personal, así como también de (alarmas, ventiladores, teléfonos y conversaciones) y otros ruidos intensos de corta duración y a intervalos irregulares, por ello es crucial mantener un estado fisiológico, estable, especialmente durante este período crítico para el neurodesarrollo. El control del nivel de ruido debe ser una prioridad en las unidades de cuidados intensivos neonatales, se debe educar al personal multidisciplinario acerca de los efectos a corto y largo plazo de la contaminación auditiva en el neonato y elaborar un plan de reducción de ruido personalizado para cada hospital. El objetivo de este trabajo fue el conocer el nivel de confort neonatal y los niveles de ruido ambientales en la unidad de cuidados intensivos neonatales. Se planteó una metodología de alcance descriptivo correlacional, con enfoque cuantitativo y de diseño longitudinal, llevado a cabo en un Hospital de Segundo Nivel del estado de Hidalgo, México. Se midió el estado fisiológico y antropométrico del recién nacido y se registraron los niveles de ruido utilizando un sonómetro de frecuencia TES1352S que mide los niveles de presión sonora. El proyecto fue revisado y aceptado por un comité de ética, y los resultados fueron tratados con una estadística descriptiva. Resultados: en este estudio se encontró una población con el 60% de sujetos del género masculino y un 40% del género femenino, un 27% en edad gestacional de 28 semanas, un 80% con ventilación mecánica. En un 6.7% se encontró en estado de disconfort y un 33.3% en estado de confort. El turno con mayor ruido fue el turno matutino, alcanzando hasta 90 db. (niveles fuera de norma). Conclusiones: en las áreas de UCIN se encuentran niveles de ruido alto, los neonatos dentro de estas áreas mantienen un estado de confort a confort moderado, que pudiera ser por la sedación en los neonatos bajo ventilación mecánica.

Palabras clave: contaminación acústica, ruido ambiental, unidad de cuidados intensivos neonatales, recién nacido prematuro, enfermería neonatal.

ABSTRACT

Introduction: Premature infants in the Neonatal Intensive Care Unit (NICU) are subjected to stress from high-intensity sounds generated by equipment and personnel, as well as from alarms, ventilators, telephones, conversations, and other intense noises of short duration and irregular intervals. Therefore, maintaining a stable physiological state is crucial, especially during this critical period for neurodevelopment. Noise level control should be a priority in NICUs. Multidisciplinary staff should be educated about the short- and long-term effects of noise pollution on newborns, and a customized noise reduction plan should be developed for each hospital. The objective of this study was to determine the level of neonatal comfort and ambient noise levels in the NICU. A descriptive correlational methodology with a quantitative approach and longitudinal design was employed, and the study was conducted in a secondary-level hospital in the state of Hidalgo, Mexico. The physiological and anthropometric status of the newborns was measured, and noise levels were recorded using a TES1352S sound level meter. The project was reviewed and approved by an ethics committee, and the results were analyzed using descriptive statistics. Results: This study population consisted of 60% male and 40% female subjects, 27% at 28 weeks gestational age, and 80% on mechanical ventilation. 6.7% were found to be in a state of discomfort, and 33.3% in a state of comfort. The noisiest shift was the morning shift, reaching up to 90 dB (levels exceeding the norm).

Conclusions: High noise levels are found in NICU areas. Neonates within these areas maintain a state of comfort to moderate comfort, which could be due to sedation in neonates on mechanical ventilation.

Keywords: noise pollution, environmental noise, neonatal intensive care unit, preterm newborn, neonatal nursing.

INTRODUCCIÓN

Los prematuros en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales están sometidos a estrés por sonidos de alta intensidad derivados del equipo y personal, así como también de (alarmas, ventiladores, teléfonos y conversaciones) y otros ruidos intensos de corta duración y a intervalos irregulares, por ello es crucial mantener un estado fisiológico, estable, especialmente durante este período crítico para el neurodesarrollo. El control del nivel de ruido debe ser una prioridad en las unidades de cuidados intensivos neonatales, se debe educar al personal multidisciplinario acerca de los efectos a corto y largo plazo de la contaminación auditiva en el neonato y elaborar un plan de reducción de ruido personalizado para cada hospital.

TEORÍA

El confort neonatal se relaciona con la estabilidad fisiológica, conductual y emocional del recién nacido. La literatura científica señala que la exposición prolongada al ruido puede provocar alteraciones en la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno, sueño y neurodesarrollo. La Academia Americana de Pediatría recomienda niveles inferiores a 45 dB en estas áreas.

En la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) el recién nacido está sometido a ruidos que son producidos por alarmas de ventiladores, incubadoras, monitores, aspirador de secreciones, salidas de oxígeno y aire, teléfonos, diálogos establecidos entre los profesionales y familiares que puedan comprometer el bienestar del bebé y perjudicar su desarrollo.

El periodo neonatal es una etapa crucial e importante y hace referencia a una constante adaptación al entorno que lo rodea por lo que el sonido, definido por la real academia española (RAE) como “sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire, resulta ser un estímulo necesario y beneficioso para el Recién Nacido (RN). Sin embargo, el ruido ha sido determinado como un sonido no deseado y por lo tanto desagradable ya que puede ser dañino para la salud humana y estos efectos del ruido pueden ser adversos y pueden provocar en el recién nacido alteraciones en su inestabilidad fisiológica, tanto en el neurodesarrollo, como en la pérdida de audición, estrés y disconfort”.

Los más sensibles al ruido, debido a su inmadurez de todos sus sistemas y la disminución o invalidez para autorregularse son los recién nacidos prematuros, principalmente los de menor edad gestacional. Aunque el recién nacido no puede imponer cambios en el sonido ambiental, está dotado de competencia conductual que le permite expresar comodidad o malestar, El ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes, ya que las fuentes que lo producen forman parte de la vida cotidiana, y es uno de los principales factores de riesgo para los recién nacidos que se encuentran en los centros de trabajo (Pérez Correa, 2020).

En el vientre materno no se produce un silencio absoluto. Desde aproximadamente la semana 22 de gestación, un feto puede escuchar sonidos de baja frecuencia como el flujo sanguíneo, la actividad intestinal, la voz de la mamá y los sonidos ambiente, por ejemplo, la música, que pueden alcanzar niveles de hasta 85 dB. La pared abdominal amortigua las frecuencias altas superiores a 200 Hz, mientras que, en las unidades neonatales, este tipo de ruidos se hace una costumbre, procedentes de recipientes metálicos, papeleras y alarmas altas. La capacidad del feto de discernir ruidos de alta frecuencia se empieza a desarrollar alrededor de la semana 33 de gestación (Crúz,J, 2006).

El exceso de ruido puede provocar en el bebé prematuro: pérdida auditiva, estrés, alteraciones en las constantes vitales, aumento del consumo de oxígeno, glucosa y calorías, escasa ganancia de peso, fluctuaciones en la presión intracraneal y puede llevarle a un electroencefalograma más inmaduro a las 34 semanas de edad.

Los neonatos hospitalizados en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) están expuestos de forma continua a múltiples fuentes de ruido, como alarmas de monitores, ventiladores mecánicos, equipos de aspiración, teléfonos y conversaciones del personal sanitario. Estos niveles pueden alcanzar hasta 120 decibeles, superando ampliamente las recomendaciones establecidas por la Academia Americana de Pediatría (AAP), que sugiere un máximo de 60 dB durante el día y 35 dB durante la noche. La exposición prolongada al ruido puede generar efectos adversos tanto a corto como a largo plazo, dependiendo de la intensidad, frecuencia, duración y distribución del sonido, así como de la sensibilidad auditiva del recién nacido. Entre las principales consecuencias se encuentran déficit de atención, hiperactividad, lesiones cocleares y alteraciones visuales inducidas por ruido (Gallegos Martínez, 2014). De igual forma, la Organización Mundial de la Salud recomienda que los niveles de ruido hospitalario no excedan los 35 dB para prevenir daños en las estructuras auditivas y evitar reacciones fisiológicas y conductuales adversas.

La evidencia científica señala que mantener un ambiente con niveles adecuados de ruido favorece la estabilidad fisiológica y neurológica del neonato. La reducción de los estímulos acústicos contribuye a disminuir el requerimiento de oxígeno y soporte respiratorio, además de favorecer una menor estancia hospitalaria. Particularmente en los recién nacidos prematuros, la ausencia de ruidos exógenos se asocia con una mejor adaptación al entorno y una mayor estabilidad clínica (Santamarina, 2021).

La contaminación acústica constituye una problemática frecuente en las UCIN debido a la sobrecarga de estímulos generada por los equipos médicos y la actividad cotidiana de la unidad. Esta situación provoca respuestas de estrés en el neonato, reflejadas por un incremento en los niveles de cortisol y alteraciones en el eje hipotálamo-hipófisis, lo que repercute negativamente en los patrones de sueño-vigilia, el crecimiento y diversas funciones vitales (López Chávez, 2020). Asimismo, las interrupciones frecuentes del sueño, las manipulaciones constantes sin respetar los periodos de descanso y el uso inadecuado de dispositivos tecnológicos contribuyen al aumento de la contaminación acústica dentro de las unidades neonatales (Amable, 2017).

La exposición continua al ruido también puede ocasionar daño en las células ciliadas del oído interno y en el nervio auditivo, generando alteraciones auditivas permanentes como consecuencia de la exposición prolongada a sonidos intensos (Mickie Hamiter, 2023). Frente a esta problemática, el personal de enfermería desempeña un papel fundamental en la implementación de intervenciones orientadas al control ambiental y la protección del neurodesarrollo neonatal. Entre las estrategias recomendadas se encuentran el control del volumen de alarmas, la reducción de conversaciones innecesarias, el respeto a los periodos de descanso y la promoción de ambientes terapéuticos que favorezcan el bienestar del recién nacido (Fernández D., 2006).

Finalmente, el confort neonatal constituye un componente esencial del cuidado integral. Intervenciones como el contacto piel con piel, el control de la iluminación, la musicoterapia, los cuidados de la piel, una adecuada alimentación, el manejo del dolor y la promoción del descanso contribuyen significativamente a mejorar la estabilidad fisiológica del neonato prematuro, reducir la estancia hospitalaria y favorecer resultados positivos en su desarrollo y estado de salud (Vázquez, 2022).

ASOCIACIÓN DEL RUIDO Y EL NEONATO.

La Organización Mundial de la Salud define como prematuros a los recién nacidos que nacen antes de las 37 semanas de gestación. Debido a la inmadurez de sus órganos y sistemas, especialmente del sistema nervioso central, estos neonatos requieren con frecuencia atención especializada en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) (Barra C., 2021).

Durante su estancia en la UCIN, los recién nacidos pretérmino están expuestos a una gran cantidad de estímulos ambientales, principalmente sonoros, provenientes de alarmas de equipos médicos, teléfonos, puertas, cunas y conversaciones del personal de salud. Esta sobrecarga de estímulos puede afectar negativamente su desarrollo neurológico y sensorial, prolongando su hospitalización y retrasando su recuperación (Meléndez Martínez, 2019).

A diferencia del ambiente intrauterino, caracterizado por ser cálido, oscuro, protector y con estímulos regulados, la UCIN representa un entorno altamente estimulante. En el útero, el feto percibe sonidos fisiológicos maternos y mantiene funciones básicas reguladas por la madre, favoreciendo su crecimiento y desarrollo (Villoldo María, 2011).

La exposición continua al ruido, junto con la iluminación excesiva y las manipulaciones frecuentes, altera los ciclos de sueño y obliga al neonato a utilizar energía destinada al crecimiento para responder al estrés ambiental. Entre las principales manifestaciones de estrés acústico se encuentran la bradicardia, la desaturación de oxígeno, los trastornos del sueño y diversas alteraciones fisiológicas (Bustamante Rodríguez, 2011).

Asimismo, los recién nacidos prematuros pueden presentar señales físicas y conductuales de sobrecarga de estímulos, como ceño fruncido, labios apretados, movimientos exagerados de las extremidades, arqueamiento del tronco, cambios en la frecuencia cardíaca y respiratoria, alteraciones en la coloración de la piel y salivación excesiva. Estas respuestas evidencian el impacto que el ambiente de la UCIN puede tener sobre la estabilidad fisiológica y el bienestar del neonato (Villoldo María, 2011).

EL ESTRÉS Y EL NEONATO PREMATURO.

La Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) resulta estresante para el neonato prematuro, puesto que su respuesta a la adaptación de estímulos que recibe se encuentra limitados debido a la prematurez e inmadurez de sus órganos, en especial el sistema nervioso central (SNC).

El estrés en el neonato prematuro es una amenaza percibida de naturaleza interna o externa que afecta su estabilidad fisiológica. estas respuestas incluyen alteración en la frecuencia cardiaca (FC), frecuencia respiratoria (FR) y saturación de oxígeno (SaO2), así mismo, se podría evaluar el estrés cada vez que se tomaran los signos vitales como una medida correcta que proporciona información acerca del estado clínico del neonato prematuro.

En el neonato prematuro se ve afectada la respuesta al estrés debido a la interrupción del desarrollo del SNC. El cual se relaciona con cambios en la presión arterial, taquicardia, polipnea, mayor consumo de oxígeno, hipoxemia, hemorragia intraventricular e isquemia miocárdica. El sistema nervioso autónomo y el eje hipotálamo hipófisis adrenal, son las dos ramas principales involucradas en la respuesta al estrés del neonato prematuro.

El cortisol salival es una medida bioquímica permitida para evaluar el estrés; sin embargo, en el contexto inmediato para el neonato prematuro, como lo es la UCIN, resulta observable y medible para el personal de Enfermería, evaluar la activación del estrés en el prematuro. (Díaz, 2019).

ACCIONES DE EMFERMERIA PARA DISMINUIR EL RUIDO EN LOS RECIEN NACIDOS.

El personal de enfermería desempeña un papel fundamental en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), ya que es el grupo profesional que permanece más tiempo en contacto directo con el neonato, lo que le otorga una responsabilidad clave en la prevención y control del ruido ambiental.

Diversos estudios señalan que las intervenciones educativas y medioambientales lideradas por enfermería son efectivas para disminuir los niveles de ruido en las UCIN. La identificación de las principales fuentes de contaminación acústica permite establecer estrategias de reducción o

eliminación, mientras que la capacitación del personal contribuye a mejorar el confort y bienestar del neonato hospitalizado. En este sentido, el ruido se reconoce como un factor ambiental crítico que debe ser controlado para prevenir posibles alteraciones en el neurodesarrollo y en la audición del recién nacido (Capó, 2016).

A pesar de la evidencia disponible, los niveles de ruido en muchas unidades neonatales continúan superando los límites recomendados, establecidos en aproximadamente 45 dB durante el día y 35 dB durante la noche. Por ello, se considera necesario fortalecer las intervenciones de enfermería orientadas a la reducción del ruido, con el fin de favorecer un entorno más seguro y adecuado para el desarrollo del neonato prematuro.

La literatura describe múltiples intervenciones efectivas implementadas por enfermería para disminuir el ruido en la UCIN, las cuales han demostrado reducciones significativas tras su aplicación. Entre estas estrategias se incluyen la mejora del ambiente físico mediante paneles acústicos, alfombras y control del tránsito de personas, así como la reducción del ruido generado por equipos médicos mediante el uso de tecnología más silenciosa o barreras acústicas.

Asimismo, la educación y sensibilización del personal de salud y de los visitantes constituye una intervención esencial para promover conductas adecuadas dentro de la unidad. Otras medidas prácticas incluyen disminuir el tono de voz, regular el volumen de las alarmas, evitar conversaciones innecesarias cerca del neonato, utilizar señalización de silencio y, en algunos casos, emplear protectores auditivos para el recién nacido.

En conjunto, estas intervenciones de enfermería contribuyen significativamente a la reducción del ruido ambiental, favorecen el confort neonatal y promueven mejores condiciones para el desarrollo físico y neurológico del recién nacido hospitalizado en la UCIN (Capó, 2016).

METODOLOGIA

Para está investigación se realizó con el Escala de Confort de los neonatos; la escala de confort es una herramienta de evaluación que se utiliza para medir el nivel de comodidad o incomodidad de los recién nacidos en la unidad de cuidados intensivos neonatales. Esta escala se basa en la observación de los signos vitales, el comportamiento y las expresiones faciales del recién nacido (figura 1).

Figura 1 Escala de Confort de los neonato



Nota: desarrollada por Ambuel y cols. en 1992.

MEDICION DEL RUIDO

Se establece en la norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001, condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, que aplica en los hospitales de segundo y tercer nivel de atención; por medio de un dispositivo medidor de ruido, se va a captar los datos del ruido, que se esté generando en el lugar donde se lleve a cabo la investigación.

RESULTADOS

La escala de confort se recabo en dos turnos matutino y vespertino con una muestra a disposición de 30 neonatos que entraron a las cunas radiantes en el servicio de unidad de cuidados intensivos de un hospital de segundo nivel en Pachuca de Soto, Hgo.

En el análisis de los datos se puede identificar que el 60% fueron recién nacidos de género masculino y el 40% de ellos fueron de género femenino. La edad gestacional en semanas fue: los de 28 sdg un 27%, de 30 sdg un 20%, de 32 sdg un 27%, de 33.1 sdg el 7% y los de 36 sdg abarcaron el 20%. Los neonatos que estuvieron bajo ventilación mecánica, el 80% fueron masculinos y el 20% femenino. Los neonatos que estuvieron bajo sedación, cabe destacar que los fármacos más utilizados fuel la nalbufina y el midazolam en un 47%.

TABLA 1:Datos estadísticos de la Escala de Confort de los Neonatos

	Variables	Turno Matutino	Turno Vespertino	%
Alerta	Profundamente Dormido	2	2	13
	Ligeramente Dormido	9	9	60
	Somnoliento	1	1	7
	Despierto y Alerta	3	3	20
	Respuesta al estimulo	0	0	0
	Número	15	15	100
Agitación	Calmado	7	7	46
	Ligeramente Ansioso	6	6	40
	Ansioso	1	1	7
	Muy Ansioso	1	1	7
	Pánico	0	0	0
	Número	15	15	100
Respuesta Respiratoria	No respiración espontanea	2	4	20
	Respiración espontanea	13	9	73
	Resistencia al respirar	0	2	7
	Resistencia al respirar (tos regular)	0	0	0
	Número	15	15	100
Llanto	Lucha con respirador	4	1	17
	Tranquilo No llanto	3	7	33

	Variables	Turno Matutino	Turno Vespertino	%
	Llanto ocasional	3	5	27
	Quejido moderado	0	1	3
	Llanto	5	1	20
	Grito	0	0	0
	Número	15	15	100
Movimiento Físicos	No movimientos	1	3	12
	Ocasionales	5	6	37
	Frecuentes y suaves	2	6	27
	Vigoroso, limitado a extremidades	2	0	7
	Vigoroso, incluye cabeza y tronco	5	0	17
	Número	15	15	100
Tono Muscular	Músculos relajados	3	4	23
	Reducido	2	4	20
	Normal	6	7	43
	Aumento	3	0	10
	Extremidades aumentadas	1	0	4
	Número	15	15	100
Tensión Facial	Totalmente relajado	0	3	10
	Normal	6	9	50
	Aumento tono muscular	3	3	20
	Músculos faciales muy contraídos	6	0	20
	Número	15	15	100

TABLA 2: Áreas que generan mayor cantidad de ruido en la UCIN medido en decibeles (db)

NIVELES DE RUIDO	
El sonido de un pérfusor	69.8 db
El sonido de la bomba de infusión	66.2 db
Barboteador de oxígeno	33.0 db
Ruido al abrir la incubadora	68.0 db
La sanitización de salas con máquina de nebulizar	99 a 120 db
Termostato	77.4 db
Risa	88 db
Conversación entre personal	67 a 75 db

Alarma de un ventilador	71.6 db
Celular (música)	66 a 70 db
Taladro	85 db
Aspiración de secreciones	67 db

DISCUSIÓN

En la investigación, denominada escala de confort y su posible asociación con los niveles de ruido ambientales en la unidad de cuidados intensivos neonatales se encontró en los análisis de los datos se puede identificar que el 60% fueron recién nacidos de género masculino y el 40% de ellos fueron de género femenino. La edad gestacional en semanas fue: los de 28 sdg un 27%, de 20 sdg un 20%, de 32 sdg un 27%, de 33.1 sdg el 7% y los de 36 sdg abarcaron el 20%. Los neonatos que estuvieron bajo ventilación mecánica, el 80% fueron masculinos y el 20% femenino. Los neonatos que estuvieron bajo sedación, cabe destacar que los fármacos más utilizados fuel la nalbufina y el midazolam en un 47%.

En los resultados de la escala de confort en los neonatos que participaron en este estudio se encontró que el 60% se encontraron en Confort; el 33% en Confort moderado el 7% en disconfort; eso se debió al ruido que se genera en el medio ambiente del hospital en la unidad de cuidos intensivos y el cual es generado por el mismo personal que atiende y da los cuidados a los neonatos.

CONCLUSION

Los neonatos prematuros son muy sensibles a su entorno, presentándose niveles de ruido por encima de lo normal, por lo que hay que hacer conciencia con el personal de estas áreas para que nos ayuden a disminuir esos ruidos que se generan dentro de la UCIN.

Se evaluó que en el turno matutino hubo más ruido porque es donde se realizan la mayoría de las actividades como por ejemplo la sanitización del servicio, ya que tan solo esa actividad es la que generó más ruido y entre otras más como la aspiración de secreciones, las alarmas etc. y la cantidad de personal Inter multidisciplinario que se encuentra en el área es mayor a la de otros turnos.

Y se concluyó que el nivel de confort en la unidad de cuidados intensivos abarcó de confort a confort moderado y que pudo deberse al nivel de sedación que presentaban los neonatos, y no se pudo asociar a los niveles de ruido ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, I. A., Martínez, J. M., Pérez, L. D., Figueroa, F. A., de Armas Mestre, J., & R. López, M. L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. Revista Médica Electrónica, 39(3), 640–649.
2. Amable Álvarez, I. (2017). Contaminación ambiental por ruido. Revista Médica Electrónica, 39(3), 640–649.
3. Barra, L., Marín, A., & Coo, S. (2021). Cuidados del desarrollo en recién nacidos prematuros: Fundamentos y características principales. Andes Pediátrica, 92(1). https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i1.269
4. Barrera Vázquez, M., & Bernabéu Álvarez, C. (2022). Cuidados de enfermería dirigidos al confort del neonato en las unidades de cuidados intensivos neonatales. Biblioteca Lascasas, 18, e14280.
5. Barrientos Loayza, Z. (2022). Nivel de ruido en la unidad de cuidados intensivos neonatales en el Hospital Carlos Lanfranco La Hoz, Puente Piedra 2020 (Tesis de licenciatura).
6. Bellieni, C. V., Acampa, M., Maffei, S., Perrone, S., Pinto, I., & Buonocore, G. (2008). Electromagnetic fields produced by incubators influence heart rate variability in newborns. Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition, 93(4), F298–F301.
7. Bustamante Rodríguez, M. Y., & Valdivia Domínguez, A. D. J. (2011). Automatización del sistema de iluminación en la unidad de neonatología de un hospital.

8. Capó, I. M. (2016). Intervenciones enfermeras sobre el ambiente físico en las unidades de cuidados intensivos neonatales. Enfermería Intensiva, 27(3), 96–111.
9. Chávez, D. A. V., Luna, M. M., Bronstein, A. B., Leboreiro, J. I., & Zapata, I. B. (2018). Medición y análisis de niveles de ruido en una unidad de cuidados intensivos neonatales. Anales Médicos del Centro Médico ABC, 63(3), 165–168.
10. Damián De La Cruz, B. V., & Tito González, N. M. (2020). Efectividad de intervenciones de enfermería para la reducción del ruido en neonatos en UCIN.
11. Fernández, P., & Cruz, J. N. (2006). Efectos del ruido en ambiente hospitalario neonatal. Ciencia & Trabajo, 65–73.
12. Gallegos-Martínez, J., Reyes-Hernández, J., & Fernández-Hernández, V. A. (2014). Índice de ruido en la unidad neonatal y su impacto en recién nacidos. Acta Pediátrica de México, 32(1), 5–14. https://doi.org/10.18233/APM32No1pp5-14
13. Lima dos Santos, I. J., Castelo Branco de Oliveira, A. L., Assis Brito, M., Ribeiro da Costa, G., Soares e Silva, J., & Astrês Fernández, M. (2021). Atención de enfermería en la unidad de cuidado intensivo neonatal. Revista Cubana de Enfermería, 37.
14. López, R. (2020). Influencia de la contaminación acústica en prematuros en UCIN (Trabajo académico de especialidad).
15. Meléndez Martínez, M. C., Mendoza Fernández, M. E., & Morales Mondragón, A. P. (2021). Valoración del nivel de ruido y efectos en neonatos en UCIN. Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Arguello.
16. Mickie Hamiter. (2023). Introducción al oído interno.
17. Nieto-Sanjuanero, A., et al. (2015). Estrategias para disminuir niveles de ruido en áreas neonatales. Gaceta Médica de México, 151, 741–748.
18. Pinheiro, E. M., Guinsburg, R., Nabuco, M. A. D. A., & Kakehashi, T. Y. (2011). Noise in the neonatal intensive care unit and inside incubators. Revista Latino-Americana de Enfermagem, 19, 1214–1221.
19. Santamaría Olivos, E., & Checglio Cusi, J. S. (2021). Efecto del ruido en el recién nacido hospitalizado en UCIN.
20. Vargas Molina, D. (2023). Desarrollo y validación de un dispositivo para medición de ruido en UCIN. Universidad de los Andes.
21. Vélez-Pereira, A., Gázquez, M., Fortes-Garrido, J., & Bolívar, J. (2012). Evaluación del ruido en una unidad de cuidados intensivos neonatal. Congreso Iberoamericano de Acústica.
22. Villoldo, M. E. (2011). Impacto del ruido ambiental en la unidad de cuidado intensivo neonatal. Enfermería Neonatal, 4(11), 27–30.

CARACTERIZACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE LA ENDOMETRIOSIS EN MUJERES ADULTAS JÓVENES, UN PASO HACIA LA DETECCIÓN TEMPRANA

González-Licea Diana Estefanía[1], Nuñez Mendoza Diana Paola[2], Azael Medina Haro[2], Licea De Anda Eva Marcela[2]

[1]Universidad Internacional de la Rioja, [2]Universidad Politécnica de Pénjamo.
elicea@uppenjamo.edu.mx .

RESUMEN

La endometriosis es una enfermedad crónica, llega a ser incapacitante en las mujeres que la padecen, la mayoría lo detectan porque no pueden embarazarse, es un factor importante de esterilidad en la mujer, se caracteriza a un crecimiento fuera del útero de tejido endometrial, afecta aproximadamente al 10% de las mujeres en edad fértil a nivel mundial, representa aproximadamente 170 millones, en México se estiman la padecen entre 7 y 13 millones. Las causas aún son desconocidas, aunque existen algunas teorías como la menstruación retrógrada entre otras. El diagnóstico demora entre 7 y 10 años desde la aparición de los primeros síntomas. Este retraso en el diagnóstico es una gran problemática, se considera que el 47% de las mujeres afectadas comienzan con manifestaciones clínicas antes de los 20 años. Uno de los principales síntomas son el dolor incapacitante durante la menstruación, debido a la normalización del dolor, este es ignorado por personal sanitario, familiares y el propio paciente. Para diagnosticarlo se requiere cirugía laparoscópica o Resonancia magnética especializada, lo cual es costoso y no siempre al alcance de la mayoría, la literatura médica señala la necesidad urgente de desarrollar herramientas de sospecha y diagnóstico no invasivo. En este contexto, el presente trabajo busca concientizar a las mujeres de que el dolor no es normal, de reconocer los síntomas que están relacionados a la enfermedad, para que puedan buscar atención especializada, antes de que la enfermedad progrese. Para esto se realizó una caracterización de los factores de riesgo y síntomas predominantes en mujeres de 18 a 25 años, y ayudar en la detección temprana de la enfermedad. La metodología consistió en un estudio descriptivo transversal, con la divulgación de videos informativos, generación de una página web y la aplicación de una encuesta, dirigida a más de 100 mujeres de Guanajuato y Michoacán, en el rango de edad indicado anteriormente. Con esta metodología se buscó que las mujeres reconozcan los síntomas, “des-normalizar” el dolor, identifique los antecedentes familiares como alerta, derribar mitos y tabúes además promover que las mujeres pidan ayuda para evitar décadas de sufrimiento incapacitante. Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado en la literatura científica, indican que la dismenorrea severa es el síntoma más prevalente, seguida de la fatiga crónica, la distensión abdominal, dolor en las relaciones sexuales, trastornos intestinales y síntomas urinarios. En conclusión, la endometriosis en adultos jóvenes se manifiesta como un cuadro sistémico complejo que va mucho más allá de los cólicos menstruales. El conocimiento de los síntomas es fundamental para que las mujeres reconozcan los signos de alerta y desafíen la normalización del dolor, preserven su salud reproductiva, mental y su calidad de vida integral. Es necesario que se realice investigación en herramientas no invasivas, para obtener un diagnóstico precoz y evitar el detrimento en la calidad de vida de las mujeres ya que afecta a millones de ellas. Pouly y colaboradores (2020). Infertilidad y endometriosis.

INTRODUCCIÓN

La endometriosis es una enfermedad crónica en la que un tejido similar al revestimiento del útero (el endometrio) crece fuera de este órgano. Estas lesiones endometriósicas pueden aparecer en los ovarios, las trompas de Falopio, el tejido que recubre la pelvis y, en casos más raros, en otras partes del cuerpo. Al igual que el endometrio normal, este tejido se engrosa, se descompone y sangra con cada ciclo menstrual, pero al no tener por dónde salir del cuerpo, queda atrapado, causando una fuerte inflamación y dolor.

TEORÍA

Prevalencia a nivel mundial y en México

Aunque su frecuencia exacta no es conocida, se ha calculado que afecta a aproximadamente el 10% de las mujeres en edad reproductiva, siendo bien conocido que su prevalencia varía en función de la muestra de población estudiada o el método diagnóstico utilizado. Así, entre mujeres infértiles la prevalencia alcanza el 30-50%, y entre el 5-21% de las mujeres ingresadas por dolor pélvico crónico. Todo ello representa que la enfermedad afecta a más de 175 millones de mujeres en el mundo (Carrillo Torres et al., 2021). La prevalencia de mujeres asintomáticas es de aproximadamente un 2-50%, dependiendo de los criterios diagnósticos utilizados y de la población estudiada. La edad más común de diagnóstico es alrededor de los 40 años (Durón González y Bolaños Morera, 2018).
Un estudio del Servicio de Biología de la Reproducción Humana de un Hospital del Instituto Mexicano del Seguro Social encontró que la endometriosis tiene incidencia en el 34.5% de los diagnósticos de infertilidad en las mujeres (Grauna et al.,2023). Se estima que en México afecta a más de siete millones, muchas de ellas no están diagnosticadas debido a que consideran como normal el dolor menstrual (Secretaría de Salud, 2022).

Clasificación según la localización

Bulun, S. E. (2009), Giudice y colaboradores. (2004) señalan que esta enfermedad puede clasificarse de acuerdo en qué parte del cuerpo se encuentran localizados los implantes endometriales.

1. **Endometriosis Pélvica Superficial**

Este es el tipo más común de endometriosis y se caracteriza por la presencia de lesiones superficiales en la cavidad pélvica. Estas lesiones pueden encontrarse en los ovarios, trompas de Falopio, peritoneo, vejiga, y otros órganos pélvicos.

2. **Endometriosis de Ovario (Endometrioma)**

También conocida como quiste de chocolate, la endometriosis del ovario se refiere a la formación de quistes llenos de sangre en los ovarios debido al crecimiento anormal de tejido endometrial.

3. **Endometriosis Profunda**

Este tipo implica la penetración del tejido endometrial en tejidos más profundos, como el músculo uterino o los intestinos. Puede ser más doloroso y difícil de tratar. La endometriosis profunda tiene distinto abordaje diagnóstico dependiendo de la localización ya sea al fondo de saco anterior o recto-vaginal.

Clasificación según la gravedad

La clasificación de la gravedad de la endometriosis se basa en la extensión y el grado de infiltración del tejido endometrial. Una de las escalas más utilizadas para esto es la "*Escala de American Society of Reproductive Medicine"* (ASRM, 1996), en el cual se asignan puntos dependiendo del tamaño, la profundidad y la ubicación de los implantes de endometriosis y las adherencias asociadas. Este sistema va desde estadios I a IV.

1. **Estadio I (Mínima)**

Caracterizada por pequeñas áreas de endometriosis dispersas en la pelvis.

2. **Estadio II (Leve)**

Implica la presencia de endometriosis más extensa en la pelvis, pero aún no es severa. Existe la presencia de implantes superficiales menores de 5 cm en total, repartidos en el peritoneo y los ovarios y no hay adherencias importantes.

3. **Estadio III (Moderada)**

Se caracteriza por endometriosis moderada con múltiples áreas de infiltración y posiblemente la formación de adherencias. En esta etapa se contienen múltiples implantes, tanto superficiales como profundos, así como adherencias peritubáricas y periováricas.

4. **Estadio IV (Severa)**

Este es el estadio más avanzado, donde la endometriosis es grave, con múltiples lesiones profundas, múltiples implantes superficiales y profundos, con compromiso de los ovarios, adherencias significativas y posiblemente quistes de ovario (endometriomas).

Etiología
Es una compleja enfermedad con incidencia en muchas mujeres globalmente y se cree que muchos factores influyen a su desarrollo (WHO, 2023). Así, se puede encontrar con mayor incidencia en mujeres en edad reproductiva y se le relaciona estrechamente con la infertilidad. Sin embargo, sus causas aún no se conocen por completo (Broi et al., 2019). Por lo que aún no hay un mecanismo definido y acordado, lo que sí sé es que se puede derivar de varios aspectos que contribuyen a su aparición (Araya, 2019).

Se ha reportado una predisposición genética con un riesgo entre hermanas de 5.2 ($p<0.001$), además de las toxinas del ambiente, alteraciones inmunológicas, toxinas del ambiente, entre otros fatores. Pero, es de este modo que, se ha desarrollado teorías que intentan explicar la patogenia de esta enfermedad (López Monsalvo et al., 2018).

Teoría de la Menstruación retrógrada
Dice que los focos de endometriosis surgen como resultado del desplazamiento de la sangre menstrual hacia la cavidad peritoneal a través de las trompas de Falopio y su posterior implantación en las superficies serosas (Smolarz et al., 2021).

Teoría de Robert Meyer o la metaplasia celómica
Consiste en la transformación metaplásica (transformación del epitelio maduro en otro) de las células que rodean el peritoneo en tejido endometrial y se producen como respuesta a procesos inflamatorios u hormonales (Araya, 2019).

Proliferación de células precursoras
Aquí se da pueda dar, después de la propagación de estas células que se propagan por el organismo a través de la sangre y vasos linfáticos (WHO, 2023).

Teoría embrionaria Müleriana
Se propone que la endometriosis tiene base en una alteración de las estructuras del tracto genital en la organogénesis, lo cual genera que haya tejido endometrial fuera de la cavidad uterina, expresando estrógenos y CA-125 (Smolarz et al., 2021).

Puede activarse la diferenciación celular de restos de células de origen Mülleriano en células endometriales, en presencia de estímulos específicos, pudiendo esto también explicar la presencia de endometriosis reportada en hombres (Pitot et al., 2020)

Defectos epigenéticos
La metilación del ADN es un importante regulador de la expresión genética y las diferencias en la metilación del ADN influyen en diversos procesos de la endometriosis. De esta forma, la expresión génica de células estromales relacionadas con la endometriosis tenía patrones anormales de metilación del ADN. Con lo anterior, se activa la expresión de varios genes, incluidos homeobox A10 (HOXA10), gen del receptor beta de estrógeno (ESR2), receptor de progesterona (PGR), aromatasa (CYP19A1, HOXC6 y ALDH1A2) (Mikhaleva, 2021).

Diseminación vascular o linfática
Esta teoría apunta que el tejido endometrial podría circular por los vasos sanguíneos o el sistema linfático hacia otras partes del cuerpo. Esto puede explicar cómo la endometriosis puede desarrollarse en sitios distantes de la cavidad pélvica (Santiago R. E. et al,2021). La teoría de la diseminación vascular o linfática explica los implantes de endometriosis en sitios extra pélvicos, como nódulos linfáticos abdominales, pulmón, pleura y cerebro, pero falla en que no explica las lesiones pélvicas comunes. Si se habla de trasplante directo, se puede evidenciar en alguna intervención quirúrgica pélvica, cuando se descubre endometriosis en cicatrices abdominales (Araya, 2019).

Además, se requieren de diversos factores moleculares que favorezcan al desarrollo, algunos factores ambientales, alteraciones genéticas y la deficiencia inmunológica con función alterada ya que no eliminaría el flujo menstrual de la pelvis (Santiago et al., 2021).

Existen otros factores que contribuyen al crecimiento de tejido ectópico endometrial. Debido a que, la enfermedad depende estrógenos que generan inflamación y dolor, pero la relación entre estos y la endometriosis no indica que la ausencia de estrógenos no siempre implica que no exista la enfermedad (WHO, 2023).

Ninguna de estas teorías por si solas pudieran explicar todos los tipos de endometriosis, sin embargo, la teoría de la menstruación retrógrada es la más aceptada a nivel mundial, esta ocurre en el 76% y el 90% de las mujeres y por la baja prevalencia de endometriales puedan contribuir a una respuesta antigénica o al desarrollo de esta enfermedad (López Monsalvo et al., 2018).

Sintomatología

La sintomatología de la endometriosis trasciende el ámbito ginecológico, manifestándose como una enfermedad sistémica y crónica que impacta profundamente la calidad de vida de las pacientes. Además de la dismenorrea severa y el dolor pélvico crónico, la infertilidad se constituye como una de las consecuencias clínicas más críticas, afectando a un rango estimado de entre el 30% y el 40% de las mujeres que padecen esta condición (García-Velasco y Rizk, 2010). Se ha identificado que tanto el dolor característico como las dificultades reproductivas producen consecuencias negativas a nivel psicológico, fisiológico y social, influyendo directamente en el desarrollo de malestar emocional, específicamente ansiedad y depresión (Quintero, 2017). En este sentido, la literatura sugiere que el impacto de la enfermedad no depende únicamente de la severidad de las lesiones, sino que parece estar mediado por la percepción de la persona sobre su propia afección; factores como la autoestima, el locus de control, el apoyo social y la satisfacción con su rol social juegan un papel determinante en dicha percepción (Quintero, 2017). Esta multidimensionalidad subraya la necesidad de un abordaje integral, considerando que la normalización del dolor y la consecuente demora diagnóstica de entre 7 y 12 años permiten la progresión de la enfermedad, agravando significativamente el daño a la fertilidad y la salud biopsicosocial de la paciente (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2013).

Diagnóstico

El diagnóstico de la endometriosis representa uno de los mayores desafíos en la práctica clínica actual. El protocolo diagnóstico debe fundamentarse en una historia clínica exhaustiva que identifique los síntomas guía y una exploración física detallada (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2013). Si bien la laparoscopia con confirmación histológica se mantiene como la herramienta fundamental para obtener el diagnóstico definitivo, el avance en técnicas de imagen no invasivas, como la ecografía transvaginal especializada y la resonancia magnética (RMN), permite actualmente la detección temprana de endometriomas y nódulos de endometriosis profunda (García-Velasco & Rizk, 2010). Aún no se cuenta con un marcador confiable para esta afección. El Ca-125, considerado como un marcador de endometriosis, únicamente resulta útil en el seguimiento después de la cirugía. Normalmente, disminuye tras la intervención quirúrgica y aumenta cuando la enfermedad vuelve a manifestarse o progresa (Reyna-Villasmil, 2006) (Zondervan et al., 2018). Actualmente, aún no se conoce su base genética y sus mecanismos moleculares, pero existen investigaciones genómicas recientes, que incluyen a aproximadamente 1.4 millones de mujeres han logrado expandir el mapa de factores de riesgo, identificando 80 regiones genómicas asociadas, de las cuales 37 son novedosas. Estos avances, que integran análisis multi-ómicos (transcriptómicos, epigenéticos y proteómicos) en diversas ancestrías, permiten vincular el riesgo de la enfermedad con vías biológicas de diferenciación celular, regulación inmune y hormonal, inflamación y remodelación tisular. Asimismo, el desarrollo de Puntuaciones de Riesgo Poligénico (PRS) informadas por la ancestría abre el camino hacia una clasificación biológica más precisa que supere las definiciones tradicionales. La integración de estos perfiles genéticos con la sintomatología clínica es crucial para transitar hacia una medicina de precisión que permita identificar la predisposición a la enfermedad y sus manifestaciones específicas, reduciendo la dependencia de métodos invasivos para la detección temprana (Koller et al., 2026).

Tratamiento

Hernández Lee y colaboradores (2023) indican que el manejo terapéutico de la endometriosis debe ser individualizado, considerando la gravedad de los síntomas, la extensión de la enfermedad y el

deseo reproductivo de la paciente. Dado su carácter crónico, el objetivo primordial es el alivio del dolor y la mejora de la calidad de vida a través de un abordaje médico o quirúrgico. El Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2013) observa que el tratamiento médico de primera línea consiste habitualmente en la administración de antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) para el control del dolor y anticonceptivos hormonales combinados o progestágenos para suprimir la función ovárica y reducir la estimulación del tejido ectópico. Entre los progestágenos, el dienogest (2 mg/día) ha demostrado ser una opción eficaz y segura para el manejo a largo plazo (Hernández Lee et al., 2023). En casos con respuesta insuficiente, se emplean análogos de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), cuya efectividad en la reducción del dolor es alta, aunque su uso suele limitarse a seis meses debido a efectos secundarios como la pérdida de masa ósea, a menos que se asocie una terapia “add-back” con estrógenos y progestinas.

García-Velasco y Rizk (2010), afirman que la intervención quirúrgica, preferentemente mediante laparoscopia, se reserva para casos donde el tratamiento médico falla, existen contraindicaciones, o ante la presencia de endometriomas y endometriosis profunda. El objetivo es la exéresis completa de las lesiones sintomáticas, preservando la anatomía pélvica y la reserva ovárica. Finalmente, la literatura científica actual subraya que el tratamiento más efectivo requiere de un abordaje multidisciplinario que involucre no solo a ginecólogos expertos, sino también a especialistas en dolor, cirujanos de colon, urólogos, psicólogos y nutricionistas. Este enfoque holístico permite tratar las dimensiones psicológicas y sociales de la enfermedad, reduciendo el riesgo de recurrencia y la morbilidad asociada (Hernández Lee et al., 2023), (Balasch, 2003), (Rolla, 2019).

PARTE EXPERIMENTAL

Diseño del estudio: En la Universidad Politécnica de Pénjamo, de diciembre de 2025 a mayo del 2026, se llevó a cabo un estudio descriptivo, transversal y observacional con el objetivo de caracterizar los factores de incidencia y la sintomatología predominante de la endometriosis en una población de adultas jóvenes.

Población y muestra: La población de estudio consistió en mujeres jóvenes de entre 18 y 25 años residentes principalmente en las regiones de Guanajuato y Michoacán, México. La muestra se obtuvo mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, captando a las participantes a través de la difusión del proyecto en entornos educativos y plataformas digitales, utilizando una página web (https://sites.google.com/uppenjamo.edu.mx/endometriosis/inicio).

Instrumento de recolección de datos: Se utilizó una encuesta estructurada titulada "Detección de Indicadores de Endometriosis en Mujeres Jóvenes" empleando un formulario de Google (https://forms.gle/97nQbn9LVwQ6dNVV8), validada mediante indicadores clínicos establecidos en la literatura. El instrumento recolectó información sobre 24 variables clave, organizadas como se describe a continuación:

1. **Antecedentes Gineco-obstétricos y Familiares:** Incluyó edad de menarca (primera menstruación), características del ciclo (duración y volumen) y antecedentes de primer grado, dado que el riesgo es de 6 a 9 veces mayor si existe historia familiar (Hernández Lee et al., 2023).
2. **Evaluación Multidimensional del Dolor:** Se empleó la Escala Analógica Visual (EVA) de 0 a 10 para cuantificar la intensidad del dolor menstrual (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad,2013). Asimismo, se registró el tipo de dolor (punzante, quemante, calambres), su localización (lumbalgia, dolor pélvico no menstrual) y la presencia de dispareunia.
3. **Indicadores de Incapacidad y Síntomas Sistémicos:** Se evaluó la incapacidad funcional mediante el reporte de ausentismo escolar, laboral o social. Además, se indagó sobre síntomas sistémicos frecuentes como fatiga crónica, presente en el 87% de los casos reportado por Taylor,y colaboradores (2021), distensión abdominal, y malestar emocional relacionado con ansiedad y depresión.

4. **Factores de Estilo de Vida:** Se incluyeron preguntas sobre horas de ejercicio semanal y hábitos alimenticios (consumo de carne roja y embutidos).

5. **Análisis de datos**. El procesamiento de la información se realizó mediante el lenguaje de programación R (versión 4.1.2) en el entorno RStudio. El procedimiento estadístico consistió en:
   - **Limpieza de datos:** Se estandarizaron las respuestas categóricas y se eliminaron registros incompletos, para asegurar la integridad de la base de datos.
   - **Categorización clínica:** Los valores de la Escala Analógica Visual (EVA), se agruparon en tres niveles: Leve (0-3), Moderado (4-6) y Severo (7-10), asignando este último rango como el indicador de mayor sospecha clínica de acuerdo con la literatura consultada.
   - **Visualización:** Se generaron diagramas de pastel para reportar porcentajes y frecuencias relativas de cada parámetro. Se realizaron análisis de interacción entre el dolor severo y la incapacidad funcional para demostrar el impacto de la patología en la productividad y calidad de vida de las jóvenes.

RESULTADOS

Caracterización de la Población y Menarca:
El estudio analizó una muestra de 128 mujeres jóvenes con un rango de edad predominante de 18 a 25 años. Los resultados revelaron una prevalencia significativa de menarca temprana, antes de los 12 años, identificándose casos desde los 8 y 9 años. Este hallazgo es clínico-relevante, ya que la literatura establece que la menarca precoz supone una mayor exposición a estrógenos endógenos, incrementando significativamente el riesgo de desarrollar endometriosis (Ballweg, 2004).

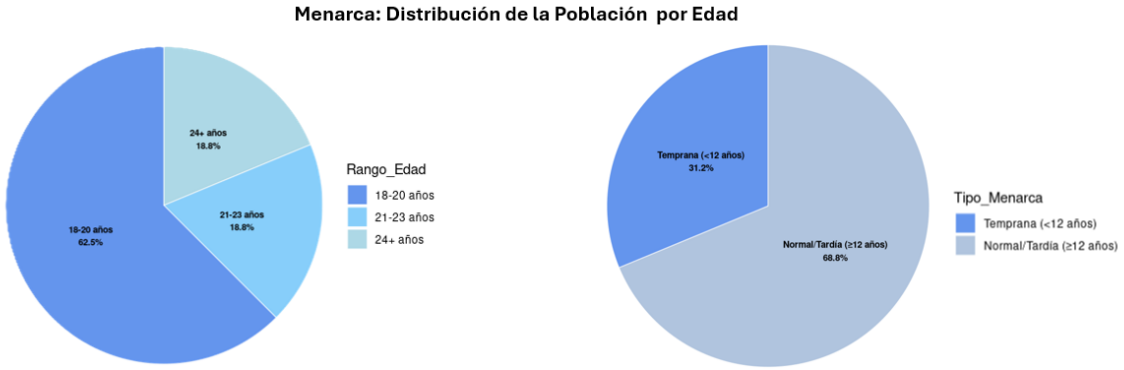


Figura 1. Caracterización de la Población y Menarca

Intensidad del Dolor y Escala Visual Analógica (EVA): La evaluación de la intensidad del dolor mostró una distribución crítica hacia los rangos superiores de la escala EVA. Un porcentaje considerable (56.3%) de las encuestadas reportó un dolor severo (EVA 7-10), con múltiples registros de intensidad máxima (12.5%) con un EVA 10. Esta severidad no es fisiológica y, según las guías del Sistema Nacional de Salud (SNS, 2013), las puntuaciones elevadas se asocian frecuentemente con endometriosis profunda e infiltrativa, donde la profundidad de las lesiones (>6 mm) correlaciona con un dolor máximo (Ballweg, 2004). Las participantes describieron el síntoma predominantemente como de tipo punzante y calambres, lo cual coincide con los fenómenos de sensibilización central descritos en la patología.

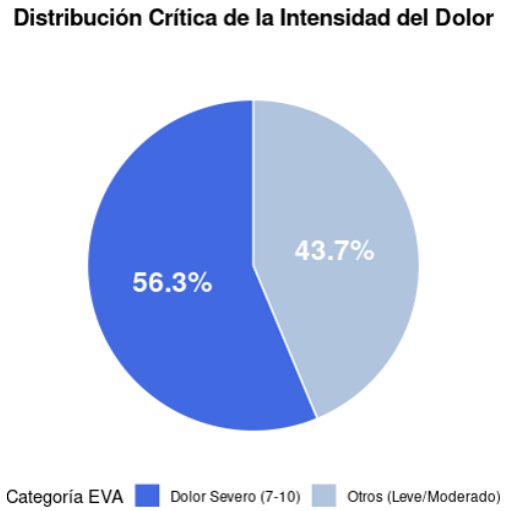


Figura 2. Caracterización de la Población y Menarca

Incapacidad Funcional y Normalización del Síntoma: Uno de los resultados más alarmantes es la alta incidencia de incapacidad funcional (Maddern et al.,2020). El 68% de las jóvenes con dolor severo indicaron que el síntoma les ha obligado a faltar a la escuela, al trabajo o a eventos sociales. Este ausentismo valida el impacto de la enfermedad en la productividad y calidad de vida, un hecho documentado por el estudio Global Study of Women's Health (GSWH), que señala que las pacientes con endometriosis sufren una mayor pérdida de productividad laboral en comparación con mujeres sanas (SNS, 2013). A pesar de esta incapacidad, el 61% con dolor severo (EVA de 7-10) indicaron que aún no ha acudido al médico y lo más sorprendente es que el 100% de las jóvenes que indicaron un EVA de 10, tampoco han acudido al médico, lo que refuerza la persistencia de la normalización social del dolor, donde tanto las pacientes como algunos profesionales consideran erróneamente que el dolor incapacitante es "parte normal de ser mujer".

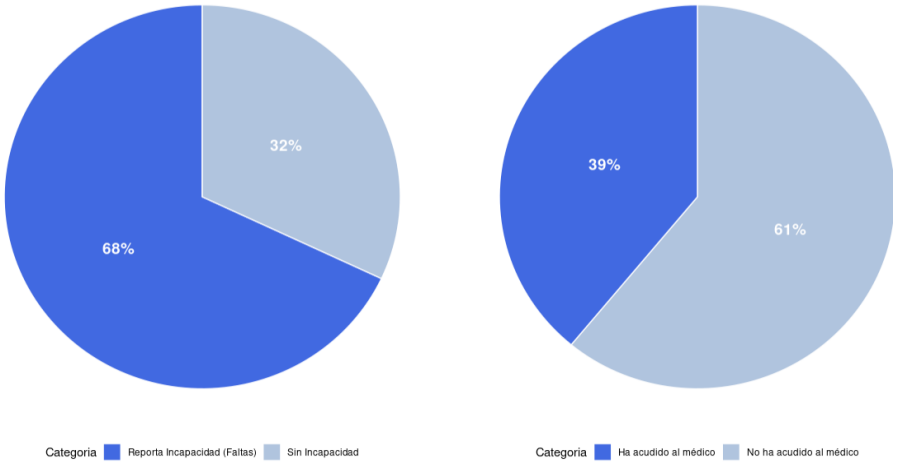


Figura 3. Incapacidad Funcional y Normalización del Síntoma

Sintomatología Sistémica e Interacciones: El análisis de interacciones reveló que la endometriosis en esta población trasciende el síntoma ginecológico:

- **Fatiga Crónica:** el 90% con dolor severo reportó una presencia constante de agotamiento profundo, alineándose con la literatura que sitúa la fatiga en más del 87% de los casos (SNS, 2013).
- **Síntomas Gastrointestinales**: Existe una alta frecuencia (61%) de jóvenes con dolor severo que indicaron inflamación abdominal, náuseas y dolor al evacuar. Resulta relevante que varias participantes reportaron diagnósticos previos de colitis o gastritis sin causa clara, la

literatura indica que la endometriosis suele "enmascararse" y retrasar el diagnóstico correcto por confusión con patologías digestivas.

- **Dolor Lumbar y Pélvico No Menstrual:** Se identificó una recurrencia de lumbalgia y dolor pélvico fuera del periodo menstrual en las jóvenes con mayores puntuaciones de EVA. El Sistema Nacional de Salud español (SNS,2013) indica que el dolor lumbar y pélvico no menstrual, está relacionado con la presencia de adherencias o infiltración nerviosa.
- **Antecedentes y Factores de Riesgo**: En cuanto a la herencia, se identificaron 28 casos con antecedentes familiares de primer grado (madre o hermanas) con endometriosis o miomas, lo que representa el 21.8% del total de las encuestadas, de estas jóvenes el 75% pertenece al grupo que indicaron dolor severo, incluidas el 50% que indicaron el EVA de 10. Este dato es fundamental para la detección temprana, dado que el riesgo de padecer la enfermedad aumenta entre 6 y 9 veces cuando existe historia familiar (SNS, 2013)

CONCLUSIONES

La endometriosis representa un desafío de salud pública mayor, especialmente en la población de adultas jóvenes, donde la normalización social del dolor menstrual actúa como el principal obstáculo para un diagnóstico oportuno. Los hallazgos de este estudio, basados en una muestra de 128 mujeres, evidencian una realidad crítica: el 56.3% de las jóvenes padece dolor severo, lo cual correlaciona directamente con una alta tasa de incapacidad funcional, afectando al 68% de las participantes en este rango. Resulta alarmante que, a pesar de que el dolor les impide realizar actividades cotidianas, el 71% de las encuestadas con síntomas no ha buscado atención médica, cifra que alcanza el 100% en los casos con intensidad de dolor máxima.

Estos datos confirman que la brecha diagnóstica de entre 7 y 12 años reportada en la literatura internacional comienza con la falta de consulta inicial derivada de prejuicios socioculturales. Por lo tanto, es imperativo fortalecer las campañas de concientización para "des-normalizar" el dolor menstrual incapacitante y capacitar al personal de salud en la detección de indicadores tempranos, como la menarca precoz y los síntomas gastrointestinales y sistémicos. Un diagnóstico en etapas iniciales es la única vía para mitigar el daño tisular progresivo, preservar la reserva ovárica y restaurar la calidad de vida biopsicosocial de las pacientes jóvenes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Araya, N. M. U. (2019). Actualización en los puntos clave de la endometriosis. Revista médica sinergía. https://doi.org/10.31434/rms.v4i5.191
2. ASRM. (1996). Revised American Society for Reproductive Medicine classification of endometriosis: 1996. Fertility and Sterility, 67(5), 817-821.
3. Balasch, J. (2003). Tratamiento de la endometriosis y medicina basada en la evidencia. Endocrinología y Nutrición, 50(1), 24–37. https://doi.org/10.1016/S1575-0922(03)74488-8
4. Ballweg, M. L. (2004). Impact of endometriosis on women's health: Comparative historical data show that the earlier the onset, the more severe the disease. *Best Practice & Research
5. Broi, M. G. D., Ferriani, R. A., & Navarro, P. A. (2019). Ethiopathogenic mechanisms of endometriosis-related infertility. JBRA assisted reproduction, 23(3), 273–280. https://doi.org/10.5935/1518-0557.20190029
6. Bulun, S. E. (2009). Endometriosis. New England Journal of Medicine, 360(3), 268-279.
7. Carrillo Torres, P., Martínez Zamora, M. A., & Carmona Herrera, F. (2021). Endometriosis. Un largo camino. Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia, 48(4), 100686. https://doi.org/10.1016/j.gine.2021.100686
8. De Santiago, C. (2014). Endometriosis: más allá de los calambres. Blog de INTIMINA en español. https://www.intimina.com/es/blog/endometriosis-dolor-menstrual/
9. Durón González, R., & Bolaños Morera, P. (2018). Endometriosis. Medicina Legal de Costa Rica Edición Virtual, Vol. 35(1). https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v35n1/1409-0015-mlcr-35-01-23.pdf

10. EMC-Ginecología-Obstetricia, 56(1), 1-10. OMS. (2023). Endometriosis. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/endometriosis Guadamuz, et al (2021). Actualización sobre endometriosis. Revista Médica Sinergia. 6(10)
11. Fauconnier, A., & Chapron, C. (2005). Endometriosis and pelvic pain: epidemiological evidence of the relationship and implications. Human reproduction update, 11(6), 595–606. https://doi.org/10.1093/humupd/dmi029
12. Fernández, O. E., & Albornoz, V. J. (2010). Endometriosis e infertilidad. Revista Médica Clínica Las Condes, 21(3), 403-408. https://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70551-4
13. García-Velasco, J. A., & Rizk, B. R. M. B. (Eds.). (2010). Endometriosis: Tratamiento actual y tendencias futuras. Jaypee - Highlights Medical Publishers.
14. Gauna, R. S. G., Estévez, P. M., Rodríguez, A. D. V., Bravo, A. V., & González, C. A. D. (2023). Endometriosis: etiopatogenia y manifestaciones clínicas. Revista Homeostasis, 5(1).
15. Giudice, L. C., & Kao, L. C. (2004). Endometriosis. The Lancet, 364(9447), 1789-1799.
16. González, R. D., & Morera, P. B. (2018)Endometrios is Endometriosi s. https://www.binasss.sa.cr/ojssalud/index.php/mlcr/article/download/83/225?inline=1
17. Hernández Lee, A., Quiroz Soto, C. D., & Sánchez Mora, M. J. (2023). Endometriosis: una enfermedad compleja con impacto en la calidad de vida de las mujeres. Revista Médica Sinergia, 8(8), e1089. https://doi.org/10.31434/rms.v8i8.1089
18. Hernández-Valencia, M. (2009). Diagnóstico de la endometriosis. Perinatología y Reproducción Humana, 23(1), 25-29. https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=21245
19. Jubanyik, K. J., & Comite, F. (1997). Extrapelvic endometriosis. Obstetrics and gynecology clinics of North America, 24(2), 411–440. https://doi.org/10.1016/s0889-8545(05)70311-9
20. Koller, D., et al. (2026). Multi-ancestry genome-wide association and integrated multi-omics analyses of endometriosis and its clinical manifestations. Nature Genetics, 58(5), 1051–1061. https://doi.org/10.1038/s41588-026-02582-2
21. López Monsalvo, A., Adame Pinacho, R., Residente, M., & Curso de especialización en Ginecología y Obstetricia, D. (2018). Inper.Mx. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de https://www.inper.mx/descargas/pdf/ENDOMETRIOSIS.pdf
22. Maddern J, Grundy L, Castro J and Brierley SM (2020) Pain in Endometriosis. Front. Cell. Neurosci. 14:590823. doi:10.3389/fncel.2020.590823
23. MedlinePlus. (2007). Proliferación de células. Enciclopedia Médica. Recuperado 6 de octubre de 2023, de http://www.funsepa.net/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/9780.htm
24. Mikhaleva, L. M., Radzinsky, V. E., Orazov, M. R., Khovanskaya, T. N., Sorokina, A. V., Mikhalev, S. A., Volkova, S. V., Shustova, V. B., & Sinelnikov, M. Y. (2021). Conocimiento actual sobre la etiología de la endometriosis: una revisión sistemática de la literatura. Revista internacional de salud de la mujer, 13, 525–537. https://doi.org/10.2147/IJWH.S306135
25. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2013). Guía de atención a las mujeres con endometriosis en el Sistema Nacional de Salud (SNS). Gobierno de España.
26. Pitot MA, Bookwalter CA, Dudiak KM. Müllerian duct anomalies coincident with endometriosis: a review. Abdom Radiol (NY). 2020 Jun;45(6):1723-1740. doi: 10.1007/s00261-020-02465-y. PMID: 32179978.
27. Quintero, M. F., Vinaccia, S., & Quiceno, J. M. (2017). Endometriosis: Aspectos Psicologicos. Revista chilena de obstetricia y ginecología, 82(4), 447-452.
28. Restrepo, G. A. (2010). Endometriosis, endometrioma e infertilidad. Revista Med, 18(2), 197-209.
29. Reyna-Villasmil, E. (2006). Endometrioma bilateral no roto con CA-125 sérico elevado. Revista de obstetricia y ginecologia de Venezuela, 66(1), 47-51.
30. Rohloff, M. N. (2023, June 19). Endometriosis classifications - rASRM, ENZIAN and #ENZIAN. Endometriose. https://endometriose.app/en/endometriosis-classifications-rasrm-enzian-and-enzian/
31. Rolla, E. (2019). Endometriosis: advances and controversies in classification, pathogenesis, diagnosis, and treatment. F1000Research, 8(F1000 Faculty Rev), 529. https://doi.org/10.12688/f1000research.14817.1

32. Romero, D. E. S. (2021, 15 abril). Menstruación retrógrada. Reproducción Asistida ORG. Recuperado 6 de octubre de 2023, de https://www.reproduccionasistida.org/causas-endometriosis/posibles-causas-endometriosis-menstruacion-retrograda/
33. Santiago Romero, E., Azaña Gutiérrez, S., & Salgado, S. (2021). ¿Cuáles son las posibles causas de la endometriosis? Reproducción Asistida ORG. https://www.reproduccionasistida.org/causas-endometriosis/
34. Secretaria de Salud. (13 de marzo de 2022). Endometriosis, enfermedad que se desarrolla entre los 11 y 55 años de edad. Obtenido de https://www.gob.mx/salud/prensa/127 endometriosis-enfermedad-que-se-desarrolla-entre-los-11-y-55-anos-de-edad?idiom=es
35. Secretaria de Salud. (14 de marzo de 2023). En México, una de cada 10 mujeres en edad reproductiva puede padecer endometriosis. Obtenido de https://www.gob.mx/salud/prensa/068-en-mexico-una-de-cada-10-mujeres-en-edad-reproductiva-puede-padecer-endometriosis
36. Siqueiros Patrón, M. A. (2020). Blog educativo sobre el desarrollo embrionario humano. Recuperado 6 de octubre de 2023, de http://blogeducdesarrolloembrionariohumano.blogspot.com/2015/04/
37. Smolarz, B., Szyłło, K., & Romanowicz, H. (2021). Endometriosis: Epidemiología, Clasificación, Patogenia, Tratamiento y Genética (Revisión de la literatura). Revista internacional de ciencias moleculares, 22(19), 10554. https://doi.org/10.3390/ijms221910554
38. Taylor, H. S., Kotlyar, A. M., & Flores, V. A. (2021). Endometriosis is a chronic systemic disease: Clinical challenges and novel innovations. The Lancet, 397(10276), 839–852. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00389-5
39. Vercellini, P., Vigano, P., Somigliana, E., Fedele, L. (2014). Endometriosis: pathogenesis and treatment. Nature Reviews Endocrinology, 10(5), 261-275.
40. World Health Organization: WHO & World Health Organization: WHO. (2023). Endometriosis. www.who.int. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/endometriosis
41. World Health Organization: WHO. (2023). Endometriosis. www.who.int. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/endometriosis
42. Zondervan, K. T., Becker, C. M., Koga, K., Missmer, S. A., Taylor, R. N., & Vigano, P. (2018). Endometriosis. Nature reviews. Disease primers, 4(1), 9-9.

EDITORAS

Gloria Verónica Vázquez García
Amalia Martínez García
Cristina E. Solano Sosa
María del Socorro Hernández Montes
Laura Elena Rosales Zárate
María Eugenia Sánchez Morales
Alexandra Monsetrrat García

9 786078 821723

ISBN TOMO VII
MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

9 786078 821655

ISBN OBRA COMPLETA
AVANCES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS EN MÉXICO III

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA, A.C.