

ALAN-VE ISSN 0004-0622
ISSN-e:2309-5806
Depósito Legal: pp 199602DF83

Volumen 76, N°3
Julio - Septiembre 2026

ALAN

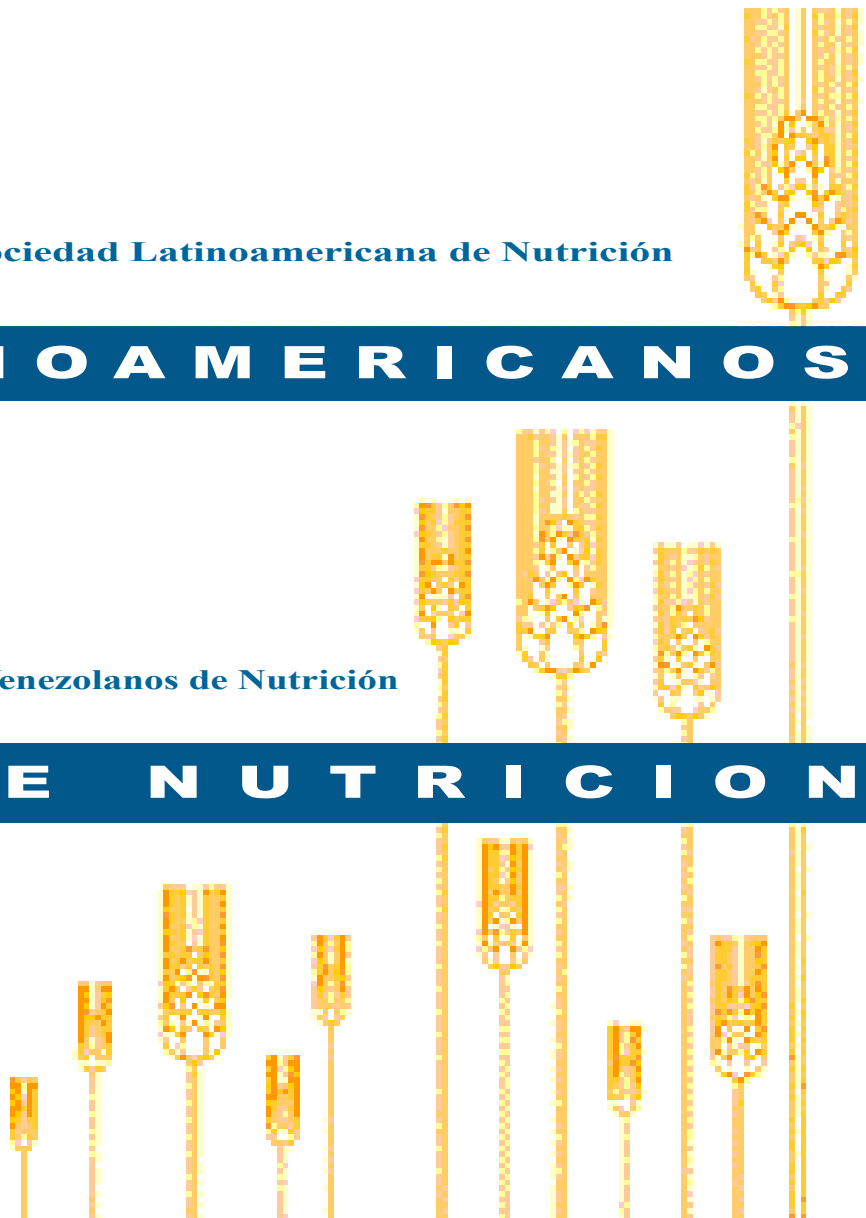
A R C H I V O S

Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

L A T I N O A M E R I C A N O S

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



Archivos Latinoamericanos de Nutrición, es la revista oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) que se edita desde 1966, cuando el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela transfiere, a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición la revista Archivos Venezolanos de Nutrición que se publicaba desde 1950.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Arch Latinoamer Nutr / ISSN 0004-0622, ISSN-e: 2309-5806), es una revista Ibero Latinoamericana revisada por pares. Publica editoriales, artículos originales, artículos breves, revisiones sistemáticas y narrativas, artículos especiales y cartas al editor, sobre temas de alimentación, nutrición humana, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica, pública y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, entre otras.

Todos los manuscritos presentados a la revista deben ser originales, que no estén en consideración simultánea en otro lugar y no infrinjan los derechos de propiedad intelectual de ninguna persona u organización. Archivos Latinoamericanos de Nutrición publica artículos en tres idiomas: español, inglés y portugués y tiene una frecuencia de publicación trimestral en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre, respectivamente.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición está registrado en ASEREME e indizado en Web of Science Citation Index (SCI), Scopus, Citescore, Scimago, H-index, Directory of Open Access Journal (DOAJ), Latindex, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Literatura Latinoamericana en Ciencias de la Salud (LILACS/BVS). También se encuentra incluida en ICDS-Miar, Google Scholar, PERIODICA, The Keepers, WorldCat Biblat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of Open Access Scholarly Resources (ROAD), REVENCYT, OCLC WorldCat, SCILITR, Electronic Journals Library EZB y el Repositorio Institucional Saber-UCV. Además, hace uso de las herramientas o plataformas de Crossref, Dimensions, AURA, Publons, Reviewer Credits y ResearchGate.

La revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición se edita en Venezuela desde 1992, bajo la responsabilidad del Capítulo Venezolano de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. La Fundación Bengoa, el Centro de Atención Nutricional Infantil Antimano, CANIA y el Instituto Nacional de Nutrición respaldan esta publicación. La oficina editorial de la revista se encuentra en las instalaciones de la Fundación Bengoa en la ciudad de Caracas.

The Latin American Nutrition Archives is the official journal of the Latin American Nutrition Society (SLAN) that has been published since 1966, when the National Institute of Nutrition of Venezuela transferred, to the recently created Latin American Nutrition Society, the Venezuelan Nutrition Archives journal, which is published since 1950.

The Latin American Nutrition Archives (Arch Latinoamer Nutr / ISSN 0004-0622, ISSN-e: 2309-5806) is a peer reviewed Ibero Latin American journal. It publishes editorials, original articles, short articles, systematic reviews and narratives, special articles, that letters to the editor, on topics of diet, human nutrition, applied nutritional biochemistry, clinical, public and community nutrition, nutrition education, food science and technology, food microbiology, among others.

All manuscripts submitted to the journal must be original, not under simultaneous consideration elsewhere, that does not infringe the intellectual property rights of any person or organization. The Latin American Nutrition Archives publishes articles in three languages: Spanish, English and Portuguese and is published quarterly in the months of March, June, September, and December, respectively.

Latin American Nutrition Archives is registered in ASEREME and indexed in Web of Science Citation Index (SCI), Scopus, Citescore, Scimago, H-index, Directory of Open Access Journal (DOAJ), Latindex, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Latin American Literature in Health Sciences (LILACS/BVS). It is also included in ICDS-Miar, Google Scholar, PERIODICA, The Keepers, WorldCat Biblat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of Open Access Scholarly Resources (ROAD), REVENCYT, OCLC WorldCat, SCILITR, Electronic Journals Library EZB, Saber-UCV Repository. In addition, it makes use of the tools or platforms of Crossref, Dimensions, AURA, Publons, Reviewer Credits and ResearchGate.

The Latin American Nutrition Archives journal has been published in Venezuela since 1992, under the responsibility of the Venezuelan Chapter of the Latin American Nutrition Society. The Bengoa Foundation, the Antimano Child Nutrition Care Center, CANIA and the National Institute of Nutrition support this publication. The editorial office of the journal is in the facilities of the Bengoa Foundation in the city of Caracas.

Dirección: Centro Seguros La Paz, piso 4, Oficina E-41C, sector La California, Avenida Francisco de Miranda, Municipio Sucre, Caracas, Venezuela. Teléfono: (0212) 2351824. Apartado 62.778. Chacao, Caracas 1060. Venezuela.

Correo electrónico: info@alanrevista.org

Página web: www.alanrevista.org

Diagramación y montaje: Ana María Reyes. Teléfono: (0412) 3950405

Portada: Chavez & López, Diseño Gráfico. Caracas, Venezuela. Teléfono: (0212) 2855529

Página web: Nexus Radical® - web@nexusradical.com

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Revista Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 76

JULIO - SEPTIEMBRE 2026

Nº 3

Contenido

Páginas

ARTÍCULOS ORIGINALES

Clasificación del estado nutricional de mujeres embarazadas en una población Argentina

Noelia Sabrina Bonfili, María Lara Garnis, Mariela Nieves, Paula N. González, Jimena Barbeito-Andrés..... 156

Percepción corporal y hábitos alimentarios en estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Haydee Cárdenas-Quintana, María Pía Carrasco-Reátegui, María Elena Huauya-Leuyacc, Diana Celi-Torres, Verónica Delgado-López, Patricio Ramos-Padilla..... 173

Asociación entre indicadores antropométricos y obesidad abdominal en niños escolares de una escuela primaria en Sonora, México 2025

Adriana Alejandra Márquez Ibarra, Valeria Alejandra Saucedo Salinas, Elisa Alejandra Reynoso Pillado, Laura Fernanda Barrera Hernández, Raquel García Flores, Marco Antonio López Mata, Edith Valbuena Gregorio..... 183

Efecto de una intervención nutricional integral en el riesgo cardiovascular de trabajadores petroleros

Gerald Diaz, Pablo Hernández..... 193

Validación de una escala de prácticas y conocimientos parentales orientadas a prevenir desnutrición crónica infantil

Marcela Frugone-Jaramillo, María Alejandra Muñoz, Carolina Portaluppi, Pau García-Grau, Claudia Tatiana Escorcia-Mora..... 205

Sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* enterohemorrágica bajo diferentes condiciones de bioconservación y almacenamiento

Caren Brenes, Mauricio Redondo-Solano, Natalia Barboza, Rodolfo WingChing-Jones..... 215

Self-efficacy and risky eating behaviour in Chilean students: the mediating role of social anxiety in three cohorts

Nelson Hun, Diego Henríquez, and Alejandra Caqueo-Úrizar..... 227

Natural biopreservation of yogurt with cinnamon and chamomile essential oils: Microbial stability, physicochemical changes, and sensory acceptance

Joel de Jesús Barba-Franco, Lucero Márquez-González, Samuel Iñiguez-Gómez, Ofelia Iñiguez-Gómez, Cesar Eulogio Ortega-Cardona, Xochitl Aparicio-Fernández..... 235

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 76**JULY - SEPTEMBER 2026****Nº 3**

Contents

Pages

ORIGINAL ARTICLE

- Classification of nutritional status in pregnant women in an Argentine population**
Noelia Sabrina Bonfili, María Lara Garnis, Mariela Nieves, Paula N. González, Jimena Barbeito-Andrés..... 156
- Body image and eating habits among students at the National Agrarian University of La Molina**
Haydee Cárdenas-Quintana, María Pía Carrasco-Reátegui, María Elena Huauya-Leuyacc, Diana Celi-Torres, Verónica Delgado-López, Patricio Ramos-Padilla..... 173
- Association between anthropometric indicators and abdominal obesity in schoolchildren at an elementary school in Sonora, Mexico 2025**
Adriana Alejandra Márquez Ibarra, Valeria Alejandra Saucedo Salinas, Elisa Alejandra Reynoso Pillado, Laura Fernanda Barrera Hernández, Raquel García Flores, Marco Antonio López Mata, Edith Valbuena Gregorio..... 183
- Effect of a comprehensive nutritional intervention on the cardiovascular risk of oil workers**
Gerald Díaz, Pablo Hernández..... 193
- Validation of a Scale Assessing Parental Practices and Knowledge for the Prevention of Childhood Stunting**
Marcela Frugone-Jaramillo, María Alejandra Muñoz, Carolina Portaluppi, Pau García-Grau, Claudia Tatiana Escorcía-Mora..... 205
- Survival of *Salmonella* spp. and enterohemorrhagic *Escherichia coli* under different biopreservation and storage conditions**
Caren Brenes, Mauricio Redondo-Solano, Natalia Barboza, Rodolfo WingChing-Jones..... 215
- Self-efficacy and risky eating behaviour in Chilean students: the mediating role of social anxiety in three cohorts**
Nelson Hun, Diego Henríquez, and Alejandra Caqueo-Urizar..... 227
- Natural biopreservation of yogurt with cinnamon and chamomile essential oils: Microbial stability, physicochemical changes, and sensory acceptance**
Joel de Jesús Barba-Franco, Lucero Márquez-González, Samuel Iñiguez-Gómez, Ofelia Iñiguez-Gómez, Cesar Eulogio Ortega-Cardona, Xochitl Aparicio-Fernández..... 235

Clasificación del estado nutricional de mujeres embarazadas en una población Argentina

Noelia S. Bonfili¹ , María L. Garnis² , Mariela S. Nieves³ , Paula N. González¹ ,
Jimena Barbeito-Andrés¹ .

Resumen: Introducción. Se han propuesto diversas referencias para determinar el estado nutricional en el embarazo, aunque no hay consenso acerca de su empleo. **Objetivo.** Comparar la clasificación del estado nutricional en una muestra de personas gestantes del área metropolitana de Buenos Aires obtenida a partir de tres referencias, basadas en el índice de masa corporal (IMC) de poblaciones latinoamericanas. **Materiales y métodos.** Se analizaron 511 observaciones de una muestra mixta (transversal y longitudinal) integrada por 417 gestantes, de las cuales 94 fueron evaluadas en dos oportunidades. A partir del relevamiento antropométrico se registraron el peso y la talla, y con estas mediciones se calculó el IMC. Asimismo, se evaluaron como variables de composición corporal, el perímetro braquial y el área grasa del brazo. Se construyeron percentiles de las variables analizadas y se examinó la concordancia entre las clasificaciones del estado nutricional según las distintas referencias, así como la distribución de las variables de composición corporal en las categorías de estado nutricional. **Resultados.** Los resultados mostraron un acuerdo moderado en la clasificación en las categorías bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad entre las tres referencias (coeficiente $\kappa = 0,416$). Las principales diferencias entre referencias estuvieron en la clasificación de la obesidad. El análisis del perímetro braquial y del área grasa del brazo mostró un incremento progresivo desde bajo peso hasta obesidad, con solapamiento de valores entre categorías de estado nutricional. **Conclusiones.** Estos hallazgos subrayan la necesidad de complementar el IMC con otros indicadores y contar con referencias actualizadas, acordes al contexto poblacional. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 156-172.**

Palabras clave: malnutrición, índice de masa corporal, composición corporal, obesidad, gestación.

Abstract: Classification of nutritional status in pregnant women in an argentine population. Introduction. Various references have been proposed to determine nutritional status during pregnancy, although there is no consensus on their use. **Objective.** The aim of this study is to compare the classification of nutritional status in a sample of pregnant individuals from the metropolitan area of Buenos Aires, using three references based on the body mass index (BMI) of Latin American populations. **Materials and methods.** A total of 511 observations from a mixed sample (cross-sectional and longitudinal) comprising 417 pregnant individuals were analyzed, of whom 94 were assessed on two occasions. Based on anthropometric assessment, BMI was obtained along with mid-upper arm circumference and arm fat area as body composition variables. Agreement between the nutritional status classifications produced by the different references was examined, as well as the distribution of body composition variables across nutritional status categories. **Results.** The results showed moderate agreement in the classification into underweight, normal weight, overweight, and obesity categories among the three references (κ coefficient = 0.416). The main differences between references were observed in the classification of obesity. Analysis of mid-upper arm circumference and arm fat area showed a progressive increase from underweight to obesity, with overlapping values among nutritional status categories. **Conclusions.** These findings highlight the need to complement BMI with other indicators and to use updated references that reflect the population context. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3):156-172.**

Keywords: malnutrition, body mass index, body composition, obesity, pregnancy.

Introducción

La nutrición constituye un factor crítico para el crecimiento y desarrollo del organismo. Durante la gestación, la demanda de energía y nutrientes

aumenta, por lo que se requiere un aporte adicional de macronutrientes -proteínas, lípidos e hidratos de carbono-, así como un incremento en la ingesta de micronutrientes específicos tales como hierro, calcio, ácido fólico y zinc (1). En ese sentido, un estado nutricional materno adecuado favorece el desarrollo saludable del feto y contribuye a prevenir complicaciones en la salud materna. Diversos estudios han demostrado que un desbalance en el estado nutricional pregestacional y durante el embarazo, así como la ganancia de peso insuficiente o excesiva, se asocian de manera significativa

¹Unidad Ejecutora de Estudios en Neurociencias y Sistemas Complejos (ENyS), CONICET, Hospital "El Cruce", Universidad Nacional Arturo Jauretche, Florencio Varela, Argentina. ² Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. ³ Universidad Nacional Arturo Jauretche, Florencio Varela, Argentina.

Autor para la correspondencia: Noelia Sabrina Bonfili, e-mail: nbonfili@unaj.edu.ar



con complicaciones materno-fetales (2–4). En consecuencia, la evaluación del estado nutricional materno durante el embarazo adquiere relevancia en la salud materna y neonatal por los efectos que puede tener la malnutrición materna en el corto y largo plazo.

A nivel internacional, la evaluación del estado nutricional durante el embarazo se basa principalmente en el índice de masa corporal (IMC), clasificado según los puntos de corte propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (5). Estas categorías (bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad) son utilizadas como referencia por el Instituto de Medicina (IOM - Institute of Medicine) de los Estados Unidos, cuyas recomendaciones sobre ganancia de peso gestacional han sido adoptadas ampliamente por países que no disponen de guías locales. Si bien la referencia del IOM se ha convertido en un estándar de uso global y ha sido incorporada en guías internacionales como las de la Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia (FIGO), persiste una falta de consenso mundial sobre el manejo del peso materno, lo que genera heterogeneidad en las recomendaciones adoptadas (6).

En América Latina, se han desarrollado distintas herramientas para evaluar el estado nutricional durante la gestación (7), como las curvas de ganancia de peso por edad gestacional y los IMC gestacionales propuestos por Mardones y Rosso (8) y por Atalah y colaboradores (9). Estas dos últimas referencias son, en la actualidad, las de mayor aplicación clínica en la región (10–12). Sin embargo, la falta de consenso sobre qué referencia utilizar continúa generando variabilidad en la clasificación nutricional de las mujeres embarazadas en la región, lo que dificulta la comparabilidad entre estudios y puede tener implicancias clínicas y de salud pública.

Por otro lado, si bien el IMC continúa siendo una herramienta de uso extendido en la evaluación del estado nutricional materno por su sencillez, bajo costo y la posibilidad de aplicarlo con instrumental básico, se ha cuestionado su validez como indicador

exclusivo del estado nutricional (13). En términos generales, el IMC refleja la relación entre el peso y la estatura, pero no permite distinguir entre masa grasa y muscular, ni evaluar la distribución de los tejidos corporales. A pesar de ello, su amplia difusión se explica por la facilidad para obtener datos en poblaciones grandes, en las que difícilmente se podría acceder a evaluaciones más complejas que requieren equipamiento especializado. En este sentido, se ha planteado la necesidad de complementar esta medida con información adicional, como indicadores de composición corporal, que permitan una valoración más integral del estado nutricional durante el embarazo.

Sobre esta base, el objetivo del presente estudio es comparar la clasificación del estado nutricional obtenida a partir de tres referencias latinoamericanas en una muestra de personas gestantes del área metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Las referencias utilizadas fueron construidas a partir de cohortes con diferentes características. Por un lado, los trabajos de Atalah y colaboradores (9) y de Mardones y Rosso (8) analizaron mujeres chilenas, mientras que Calvo y colaboradores (14) elaboraron una referencia a partir de mujeres gestantes argentinas. Entre las tres referencias existen, además, diferencias respecto de los puntos de corte de la clasificación del estado nutricional. Con el fin de aportar información complementaria para la interpretación de tales clasificaciones, se examina además la relación entre las estimaciones del estado nutricional basadas en las referencias y variables de composición corporal.

Materiales y métodos

Muestra

El estudio se centró en los partidos de Florencio Varela y Berazategui, que forman parte de la Región Sanitaria VI de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Esta región presenta una alta densidad poblacional y un elevado porcentaje de nacimientos sobre el total provincial y del conurbano bonaerense (15) y se caracteriza por elevados niveles de necesidades básicas insatisfechas (16). En este contexto, los Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS) constituyen los efectores de primer nivel y son los principales espacios donde se realizan los controles prenatales en embarazos de bajo riesgo debido a su cercanía con las zonas residenciales y a su enfoque integral de salud familiar (17,18).

Se realizó un estudio con un diseño mixto, que incluyó datos tanto transversales como longitudinales. El reclutamiento de participantes se realizó en colaboración con obstétricas de los CAPS, lo cual permitió la presentación del estudio e invitación directa a las mujeres durante sus controles prenatales. Fueron invitadas a participar aquellas mujeres embarazadas que cumplían los siguientes criterios de inclusión: edad mayor a 15 años, edad gestacional entre 3 y 41 semanas, y embarazo de un solo feto. La participación en el proyecto fue estrictamente voluntaria y sólo se relevó información sobre aquellas personas que prestaron su consentimiento libre e informado. Los procedimientos fueron evaluados y aprobados por el Comité de Ética en la Investigación del Hospital el Cruce, Dictamen de Evaluación Ética 100/2020. Los datos personales y la información sensible recolectados en el proyecto fueron tratados de acuerdo con lo establecido por la Ley 25.326 de protección de datos personales. Los registros fueron anonimizados al momento de su recolección y la guarda permaneció en discos localizados en las instalaciones que la Unidad Ejecutora de Neurociencias y Sistemas Complejos (ENyS) ocupa en el Hospital El Cruce.

Durante el período comprendido entre el 5 de julio de 2021 y el 23 de abril de 2025 se encuestaron 441 mujeres. La muestra analizada en este trabajo quedó finalmente conformada por 417 mujeres embarazadas que cumplían con los criterios de inclusión y que tenían información sobre las semanas de gestación e IMC. Las participantes tenían una edad promedio de $26,59 \pm 6$ años, con un rango entre 15,18 y 46,15 años. La mayoría estaba cursando el segundo trimestre de embarazo (42%), seguida por el tercer trimestre (30,94%) y el primer trimestre (27,1%). Además, se sumó una segunda observación para 94 mujeres, lo que permitió tener datos longitudinales de una parte de la muestra (22,5%). Estas observaciones se realizaron en intervalos variables, según el momento de asistencia a los controles prenatales. Por lo que en total se analizaron 511 observaciones, resultantes de la combinación entre la muestra transversal y longitudinal.

Variables antropométricas

Para evaluar el estado nutricional de las participantes se midieron el peso (kg) y la talla (cm). Las mediciones de peso se realizaron con las mujeres vistiendo ropa liviana, sin calzado ni objetos que pudieran alterar el resultado. Se utilizó una balanza electrónica con una precisión de 100 gramos y una capacidad máxima de 150 kg, colocada sobre una superficie plana y libre de obstrucciones. La

talla se midió con las participantes descalzas, de pie, con los talones juntos, piernas rectas, columna erguida y hombros relajados, apoyando la espalda contra la superficie vertical del tallímetro. Se verificó el plano de Frankfurt durante la toma. Para esta medición se utilizó un tallímetro marca Seca, con una precisión de 1 mm. A partir del peso y la talla se calculó el IMC, expresado en kg/m^2 .

Con el fin de obtener información específica sobre la composición corporal, se analizaron las variables de perímetro braquial (PB) y área grasa (AG). Para ello, se relevaron el PB y el pliegue cutáneo tricipital (PT). Para la medición del PB, se identificó el punto medio entre el ángulo acromial y la punta del olécranon. La medición se efectuó con el brazo relajado colgando al lado del cuerpo utilizando una cinta antropométrica con un ancho inferior a 7 mm y una precisión de 1 mm. La medición del PT se realizó sujetando el pliegue con los dedos índice y pulgar de la mano no dominante, efectuando un pellizco moderado. Para esta medición se utilizó un compás Slim-Guide (Calibres Argentinos SRL) para pliegues cutáneos con presión constante de $10 \text{ g}/\text{cm}^2$ y una precisión de 0,1 mm. A partir de las mediciones obtenidas se estimaron las variables de composición corporal, aplicando las fórmulas propuestas por Frisancho (19):

$$\text{Área Total (AT)} = (\text{PB}^2) / (4\pi)$$

$$\text{Área Muscular (AM)} = [\text{PB} - (\pi \times \text{PT})]^2 / (4\pi)$$

$$\text{Área Grasa (AG)} = \text{AT} - \text{AM}$$

Por último, se exploró de forma gráfica y descriptiva la relación entre el estado nutricional y el PB, así como la asociación entre el estado nutricional y el AG del brazo, como indicador específico del componente graso.

Estimación de los percentiles de las variables antropométricas

Para caracterizar la distribución del IMC materno a lo largo de las semanas de gestación en la muestra analizada se aplicó un modelo aditivo generalizado para posición, escala y forma (GAMLSS por su nombre en inglés *Generalized Additive Models for Location, Scale,*

and Shape) (20). Estos modelos de regresión semiparamétrica permiten modelar de forma independiente hasta cuatro parámetros (media, varianza, curtosis y asimetría de la distribución) como funciones suavizadas de las variables explicativas. Se compararon dos distribuciones comúnmente utilizadas para la construcción de percentiles, denominadas Box-Cox Cole-Green (BCCG) y Box-Cox power exponential (BCPE). La primera corresponde a una formulación de tres parámetros (ν , μ y σ) que permiten modelar respectivamente la asimetría, la mediana y la variabilidad del IMC según las semanas de gestación, mediante funciones suaves penalizadas (splines), en tanto la segunda incorpora la curtosis al modelo.

La selección entre ambos modelos se basó en el Criterio de Akaike Generalizado (GAIC), usando la penalización $k = 2$ (AIC, Akaike Information Criterion) y $k = \log(n)$ (BIC, Bayesian Information Criterion), implementados en el package *gamlss* (21) en R versión 4.5.0 (22). Asimismo, se empleó un conjunto de diagnósticos basados en los residuos cuantílicos normalizados (Ver material suplementario).

A partir del modelo seleccionado, se generaron curvas correspondientes a los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 para un rango continuo de semanas de gestación. Finalmente, se calcularon los percentiles individuales del IMC para cada observación según los parámetros estimados por el modelo. Estos valores se emplearon en su sentido estadístico como medidas de posición dentro de la distribución observada y no con el propósito de construir estándares o curvas de referencia.

El mismo procedimiento de ajuste y selección de modelos se realizó para las variables de PB y AG.

Clasificación del estado nutricional

Para la clasificación del estado nutricional materno, las participantes fueron categorizadas según su IMC y edad gestacional, utilizando tres referencias regionales: Atalah et al. (9), Mardones y Rosso (8), Calvo et al. (14). La referencia de Atalah se desarrolló a partir de una muestra de 665 embarazadas chilenas, de

entre 18 y 35 años, con embarazo único, paridad menor a cuatro, sin patologías crónicas que pudieran afectar el crecimiento fetal, con primer control prenatal antes de la semana 14 de gestación. El rango de edad gestacional abarcó desde la semana 10 hasta la 40 del embarazo. Rosso-Mardones, por su parte, propusieron su referencia basándose en 1745 embarazadas chilenas, seleccionadas dentro de un amplio rango de talla, sin patologías, no fumadoras, sin consumo habitual de alcohol y con partos a término (entre las semanas 39 y 40 de gestación). La edad gestacional considerada osciló entre las semanas 10 y 42. Por último, Calvo et al., desarrollaron su referencia a partir de una cohorte de 1090 embarazadas argentinas, de entre 19 y 49 años, sin patologías, con embarazo único, paridad menor a seis, no fumadoras ($0 \leq 5$ cigarrillos/día), no consumidoras habituales de alcohol ($0 < 30$ g de etanol/día), y con edad gestacional inicial menor a 12 semanas. El rango de gestación considerado fue de 6 a 42 semanas.

A partir de cada una de estas referencias se obtuvieron las frecuencias absolutas y relativas en las categorías de bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad. La concordancia entre referencias se estimó mediante el coeficiente *kappa* de Cohen, calculado para las tres referencias de manera simultánea y también en comparaciones por pares. Además, se analizó la distribución de las variables de composición corporal (perímetro braquial y área grasa del brazo) en las diferentes categorías de estado nutricional para las tres referencias.

En la submuestra de mujeres con dos mediciones a lo largo de la gestación, se analizó la variación longitudinal de la categoría nutricional, considerando la clasificación otorgada por cada referencia. Por último, se describió la distribución de los percentiles individuales de IMC, PB y AG según las clasificaciones obtenidas para cada referencia. Previamente, se analizó en esta submuestra el incremento promedio y la correspondencia mediante un análisis de correlación intraclase entre ambas observaciones.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con R (4.5.0) (22).

Resultados

La comparación de los modelos BCCG y BCPE indicó una mejora marginal en AIC ($\Delta AIC = 5,1$) en este último, aunque el BIC favoreció el modelo BCCG ($\Delta BIC = 8,3$).

La evaluación de la bondad de ajuste del modelo BCCG mostró una distribución aproximadamente normal de los residuos cuantílicos, sólo con desviaciones en los cuantiles extremos, correspondientes a las semanas de gestación con menor representación en la muestra (Material suplementario tablas 1S y 2S, figuras 1S-3S). En base a estos resultados, y siguiendo el principio de parsimonia (20), se seleccionó el modelo BCCG como el más apropiado. La Figura 1 muestra la distribución del IMC a lo largo de la gestación con las correspondientes curvas percentilares. El percentil 50 se ubicó en valores cercanos a 27 kg/m² hasta alrededor de la semana 20, y luego ascendió de forma sostenida hasta alcanzar aproximadamente los 30 kg/m² hacia el final de la gestación. Esa misma tendencia se verificó para todas las curvas, aunque en los casos de los percentiles 75, 90 y 97 se observa un leve descenso del IMC entre el inicio de la gestación y el final del primer trimestre (Figura 1).

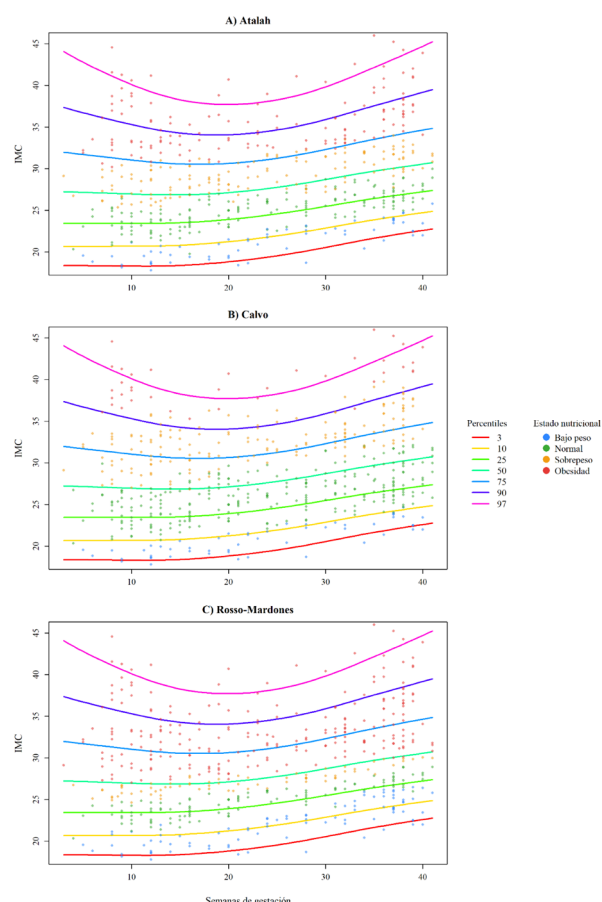


Figura 1. Curvas percentilares del IMC materno según semanas de gestación con datos individuales de la muestra (n = 511). Los colores de los puntos representan la clasificación del estado nutricional de acuerdo a cada referencia.

En relación con el estado nutricional estimado, los resultados fueron dispares según la referencia utilizada (Tabla 1). Usando la referencia de Atalah, los porcentajes para las categorías normopeso, sobrepeso y obesidad fueron cercanos al 30% en cada caso, mientras que el bajo peso fue la categoría menos frecuente (~13%). Según la referencia de Calvo, casi la mitad de las mujeres fueron clasificadas en la categoría normopeso, alrededor de un tercio presentó sobrepeso, y las categorías extremas -bajo peso y obesidad- obtuvieron los menores porcentajes. En cambio, siguiendo la referencia de Rosso-Mardones, cerca de la mitad de la muestra fue clasificada con obesidad. Aunque la categoría de normopeso le siguió en frecuencia, el bajo peso mostró un porcentaje muy similar, siendo el sobrepeso la categoría menos representada. El nivel de acuerdo entre las tres referencias fue moderado ($kappa = 0,416$). El mayor acuerdo se observó entre Atalah y Rosso-Mardones ($kappa = 0,60$), seguido por Atalah y Calvo ($kappa = 0,47$) y el menor nivel de concordancia se registró entre Calvo y Rosso-Mardones ($kappa = 0,247$).

En la submuestra con datos longitudinales (n = 94), se evaluó la concordancia en la clasificación del estado nutricional entre la primera y la segunda observación para cada una de las referencias. Se obtuvo un buen

Tabla 1. Clasificación del estado nutricional a partir de los datos transversales y longitudinales (n = 511). Se indica la cantidad de casos clasificados por estado nutricional para cada referencia.

Categoría	Atalah n (%)	Calvo n (%)	Rosso-Mardones n (%)
Bajo peso	64 (12,52%)	55 (10,76%)	91 (17,81%)
Normopeso	163 (31,90%)	255 (49,90%)	111 (21,72%)
Sobrepeso	145 (28,38%)	162 (31,70%)	72 (14,09%)
Obesidad	139 (27,20%)	39 (7,63%)	237 (46,38%)
Total	511 (100%)	511 (100%)	511 (100%)

nivel de acuerdo para todas las referencias (Atalah: $kappa = 0,728$; Calvo: $kappa = 0,726$; Rosso-Mardones: $kappa = 0,73$). Por otra parte, se calculó el coeficiente de correlación intraclase para los percentiles del IMC y se obtuvo un valor elevado ($ICC = 0,965$), lo que indica una alta consistencia entre ambas observaciones. En cuanto al cambio en las variables de composición corporal, se observó un incremento promedio de 0,51 cm para PB y 1,30 cm² para AG. En ambos casos, la correlación intraclase tuvo índices cercanos a 0,75 ($ICC\ PB = 0,732$; $ICC\ AG = 0,757$).

En cuanto a la distribución de percentiles de IMC en relación con las categorías nutricionales según las tres referencias analizadas, se evidencian diferencias en la dispersión: para la referencia de Atalah se observó mayor variabilidad en normopeso y sobrepeso; en Calvo, la mayor dispersión correspondió a normopeso, mientras que la categoría obesidad se concentró en percentiles más cercanos al 90; por último, en Rosso-Mardones, la categoría obesidad presentó el rango más amplio de dispersión (Figura 2). En las tres referencias las medianas de bajo peso y normopeso fueron similares, ubicándose esta última alrededor de los percentiles 25 y 35.

Cabe resaltar que las distribuciones de los percentiles de bajo peso fueron muy similares para las clasificaciones de Atalah y Calvo, mientras que en Rosso-Mardones las participantes categorizadas en bajo peso presentaron percentiles mayores en promedio. De acuerdo con las clasificaciones de Atalah y Calvo, la mayor parte de los casos de sobrepeso y todos los de obesidad tienen valores superiores al percentil 50 (Figuras 1 y 2). Contrariamente, en Rosso Mardones, la mediana correspondiente a sobrepeso es menor al percentil 50 y los casos clasificados como obesidad se ubican mayormente por encima del percentil 50, alrededor del percentil 75 (Figuras 1 y 2).

De manera análoga al procedimiento aplicado para el IMC, se comparó el ajuste de los modelos BCCG y BCPE para las variables PB y AG. Para PB, el modelo BCPE presentó una mejora marginal en AIC ($\Delta AIC = 0,3$), mientras que el BIC favoreció al modelo BCCG ($\Delta BIC = 6,1$). Para AG, se observó un comportamiento similar, con una mejora marginal en AIC para el modelo BCPE ($\Delta AIC = 0,3$), pero una clara ventaja del BCCG según el BIC ($\Delta BIC = 12,0$). En base a estos resultados se seleccionó el modelo BCCG para ambas variables (Material suplementario, Tablas 4S y 5S). La distribución del PB (Figura 3a) y del AG del brazo (Figura 3b) mostró un incremento progresivo desde bajo peso hasta obesidad en las tres referencias analizadas (Material suplementario, Tablas 6S y 7S). Se observa que las categorías de bajo

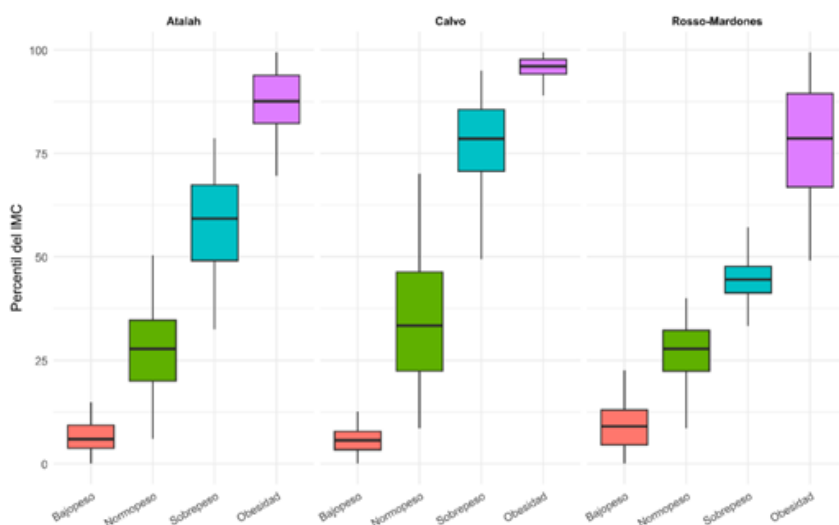


Figura 2. Distribución de percentiles del IMC según estado nutricional, de acuerdo con las tres referencias. La línea central indica la mediana (percentil 50), los límites de la caja corresponden al primer y tercer cuartil (percentiles 25 y 75), y los “bigotes” muestran el rango de valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico.

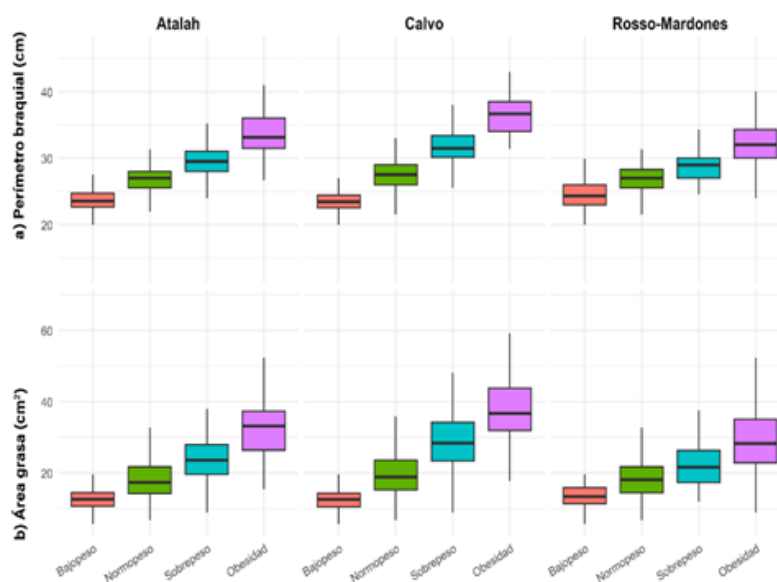


Figura 3. Perímetro braquial y área grasa según estado nutricional para las tres referencias. Los elementos del boxplot representan mediana, cuartiles y rango intercuartílico.

peso y normopeso corresponden a una distribución de perímetro braquial similar en las tres referencias, mientras que la referencia de Calvo tiende a clasificar en obesidad y sobrepeso a casos con perímetros braquiales mayores (Figura 3a). En relación con el AG del brazo (Figura 3b), se observa un patrón similar de incremento progresivo, pero con una dispersión más amplia en todas las categorías, con un alto grado de solapamiento en los valores de AG entre categorías. En Material Suplementario, se presentan los resultados de la distribución de percentiles para PB y AG. A su vez, se muestra la relación de la posición de cada caso en la distribución (valor percentilar) y la categoría de estado nutricional asignada según las tres referencias. Se observa que al considerar los percentiles de PB y AG existe más solapamiento entre las asignaciones a las diferentes clasificaciones de estado nutricional (Material Suplementario, Figura 4S).

Discusión

Este estudio tuvo como objetivo comparar la clasificación del estado nutricional según tres referencias latinoamericanas en una muestra de mujeres gestantes del área metropolitana de Buenos Aires, así como analizar la relación entre dichas clasificaciones y variables de composición corporal. La elección de este tema de estudio responde, al menos, a dos dimensiones relevantes. En primer lugar, desde

una perspectiva epidemiológica, el estado nutricional durante la gestación reviste interés debido a su asociación con eventos de relevancia sanitaria. Tanto el tamaño al nacer como la edad gestacional al nacimiento, dos indicadores clave del pronóstico neonatal, se vinculan con la condición nutricional materna. Por ejemplo, Young et al. (23) hallaron en una población vietnamita que el bajo peso preconcepcional y una ganancia de peso gestacional insuficiente —ambos reflejados en el estado nutricional durante el embarazo— incrementaban el riesgo de nacimientos con bajo peso o pequeños para la edad gestacional. Resultados similares han sido documentados en otras poblaciones (9, 24, 25), lo que refuerza la importancia del análisis nutricional materno como una cuestión de salud pública. En segundo lugar, desde la práctica clínica, el IMC se emplea como una herramienta útil para el seguimiento del embarazo, y sus resultados pueden dar lugar a recomendaciones específicas, como intervenciones dietarias o una vigilancia más estrecha de indicadores asociados a condiciones como la diabetes gestacional. En Argentina, por ejemplo, la Federación Argentina de Sociedades de Ginecología y Obstetricia ha publicado recientemente un documento —basado

en una revisión de la evidencia científica actualizada— que recomienda considerar a las personas gestantes con obesidad como portadoras de un embarazo de alto riesgo materno-fetal (26). Disponer de criterios sólidos para evaluar el estado nutricional en las personas gestantes resulta, por tanto, fundamental.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las tres referencias exhiben diferencias en la clasificación del estado nutricional durante la gestación. De hecho, la concordancia estimada fue en general menor que la reportada en un estudio previo que comparó específicamente las referencias de Atalah y Rosso-Mardones (27). La distribución para la categoría de bajo peso fue relativamente similar, mientras que se verificaron diferencias en las categorías de exceso de peso. Específicamente, la referencia de Rosso-Mardones incluyó dentro de la categoría obesidad un rango de IMC mucho más amplio que las otras referencias, lo que es consistente con lo señalado por Atalah et al. (28), quienes concluyeron que dicha referencia sobreestima tanto el bajo peso como la obesidad. Para nuestra muestra, esta sobreestimación se evidencia especialmente en la categoría de obesidad, que en comparación con las otras referencias se encuentra sobredimensionada. En este sentido, los resultados sugieren que la referencia de Calvo presenta una mayor adecuación a la distribución del IMC: la categoría de normopeso se ubicó en torno al percentil 50 de la distribución y permitió una discriminación más precisa de las categorías asociadas al exceso de peso, restringiendo la obesidad a valores superiores al percentil 90. En contraste, la referencia de Rosso-Mardones clasificó como obesas a cerca de la mitad de las participantes, lo que refuerza la idea de una sobreestimación de esta categoría. Este hecho refleja la necesidad de considerar, al momento de aplicar cada referencia, la población sobre la que fue construida y los criterios utilizados para la elección de puntos de corte.

Dado que todas estas referencias están basadas en el IMC según las semanas de gestación, resulta necesario tener en cuenta también las limitaciones propias de este

indicador. Estas limitaciones, que fueron notadas previamente no solo para personas gestantes (29), impulsaron a complementar el presente estudio con medidas de composición corporal. En tanto las medidas que evalúan la grasa de distribución central presentan algunas complicaciones para su relevamiento en embarazadas, se decidió considerar variables que reflejan la grasa periférica para evaluar el componente graso. Estas medidas fueron consideradas como una aproximación complementaria al IMC para evaluar si las clasificaciones arrojadas por las tres referencias se correspondían con perfiles de composición corporal determinados. Los resultados muestran que la categoría de bajo peso obtenida a partir de las tres referencias utilizadas incluye personas con una dispersión relativamente acotada en las variables de composición corporal analizadas, PB y AG del brazo. En contraste, las categorías correspondientes al exceso de peso, y particularmente a la obesidad, agrupan a participantes con perfiles de composición corporal considerablemente heterogéneos, que incluso se solapan con otras categorías. Esto sugiere que, para esta muestra, la clasificación basada únicamente en el IMC podría no ser suficiente para reflejar con precisión las diferencias en la composición corporal. La heterogeneidad observada en los grupos con exceso de peso podría estar vinculada a factores que no pudieron ser evaluados en este estudio, como el IMC pregestacional y la ganancia de peso durante la gestación. Por ejemplo, Vila Candel et al. hallaron que las mujeres con sobrepeso u obesidad al inicio del embarazo presentaron incrementos menores en mediciones antropométricas como pliegues o perímetro braquial en comparación con gestantes de IMC normal o bajo, lo que sugiere que el IMC podría ser más sensible a los cambios de peso que las medidas de composición (30). Cabe señalar que no fue posible evaluar la ganancia gestacional de peso mediante los enfoques habitualmente utilizados, debido a que las participantes fueron evaluadas durante controles prenatales y no se dispuso de información sistemática sobre el peso pregestacional ni del seguimiento completo hasta el posparto.

Se reconocen como limitaciones del presente trabajo la falta de datos sobre el peso pregestacional y la ganancia de peso, asociados a distintas condiciones materno-fetales adversas (31–33), así como la distribución de observaciones en relación a las semanas de gestación y edad materna. En este sentido, la aparente reducción del IMC observada durante las primeras semanas de gestación, especialmente en los percentiles superiores, sugiere que la forma inicial

de la curva responde a la distribución de la muestra más que al comportamiento biológico esperado. En ausencia de evidencia de conductas sistemáticas de restricción alimentaria, dietas de reducción de peso u otros patrones culturales que modifiquen el IMC al inicio de la gestación, la disminución observada en los percentiles probablemente refleje el incremento de la asimetría negativa de la distribución. Por lo tanto, no es posible considerar los datos derivados de esta cohorte como material para la construcción de una referencia.

En conjunto, este estudio se suma a otros trabajos que destacan la necesidad de mejorar tanto las conceptualizaciones operativas como las herramientas metodológicas utilizadas para analizar la malnutrición por exceso (34). Aquí, se observó que muchos de los casos cercanos al percentil 50 son clasificados como exceso de peso, lo que sugiere que esta condición es prevalente en la población analizada y coincide con la transición nutricional reportada en diversas regiones del mundo (35–36) y, específicamente, en Argentina (37–39), caracterizada por un aumento en el consumo de alimentos ultraprocesados y estilos de vida cada vez más sedentarios. En este contexto, la referencia de Calvo -elaborada recientemente a partir de una población argentina- logra diferenciar con mayor precisión las distintas categorías nutricionales y se corresponde en mayor medida con la información de composición corporal, en particular con la distribución del tejido adiposo. Este hecho podría vincularse con la profundización de la transición nutricional en las últimas décadas, lo que refuerza la necesidad de contar con referencias no solo locales, sino también actualizadas y sensibles a los cambios recientes en los estilos y condiciones de vida.

Conclusiones

Las referencias antropométricas analizadas mostraron diferencias en la clasificación del estado nutricional durante la gestación, evidenciando que la elección del criterio de referencia puede influir de manera importante en la estimación de la prevalencia de bajo peso, sobrepeso y obesidad. Estos hallazgos destacan la importancia de utilizar referencias actualizadas y validadas para la población local. Asimismo, sustentan la necesidad de desarrollar futuros estudios que evalúen la incorporación de indicadores de composición corporal en la definición y clasificación del estado nutricional durante el embarazo, con el fin de determinar su potencial

aporte a una caracterización más integral de la población gestante.

Agradecimientos

Agradecemos al personal de salud de los Centros donde se llevó a cabo el estudio, especialmente a las obstétricas Mercedes, Fabiana, Andrea y Gladys, así como a las mujeres que participaron. Este trabajo fue financiado por los programas Ciencia y Tecnología Contra el Hambre (MINCyT 2021-C11) y UNAJ Investiga (2020, 2023), y recibió financiamiento de la Fundación Florencio Fiorini.

Conflictos de intereses

Las autoras declaran que no existe conflicto de interés.

Contribución de los autores

NB, PNG Y JBA: Conceptualización, análisis formal, redacción, revisión y edición, recursos.

PNG y JBA: Obtención de financiamiento.

NB, LG, MN y PNG: investigación, revisión y edición, recursos.

Referencias

1. Black RE. Micronutrients in pregnancy. *Br J Nutr* 2001;85(S2):S193-7. <https://doi.org/10.1079/bjn2000314>
2. Salmon C, Thibon P, Prime L, Renouf S, Dreyfus M, Dolley P. Impact of maternal underweight on obstetric and neonatal prognosis: A retrospective study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2021;260:6-9. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2020.12.040>
3. Chahal N, Qureshi T, Eljamri S, Catov JM, Fazeli PK. Impact of Low Maternal Weight on Pregnancy and Neonatal Outcomes. *J Endocr Soc.* 2024;9(1):bvae206. <https://doi.org/10.1210/jeandso/bvae206>
4. Hung TH, Hsieh TT. Pregestational body mass index, gestational weight gain, and risks for adverse pregnancy outcomes among Taiwanese women: A retrospective cohort study. *Taiwan J Obstet Gynecol.* 2016;55(4):575-581. <https://doi.org/10.1016/j.tjog.2016.06.016>

5. WHO Consultation on Obesity, Geneva, Switzerland. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva: World Health Organization; 2000. <https://iris.who.int/handle/10665/42330>
6. Scott C, Andersen CT, Valdez N, Mardones F, Nohr EA, Poston L, et al. No global consensus: a cross-sectional survey of maternal weight policies. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2014;14(1):167. <https://doi.org/10.1186/1471-2393-14-167>
7. Ravasco P, Anderson H, Mardones F. Métodos de valoración del estado nutricional. *Nutr Hosp*. 2010; 25 (Supl 3):57-66. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000900009&lng=es.
8. Mardones S. F, Rosso P. Desarrollo de una curva patrón de incrementos ponderales para la embarazada. *Rev Med Chile*. 1997; 1437-48.
9. Atalah Samur E, Castillo L. C, Castro Santoro R, Aldea P. A. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional en embarazadas. *Rev Med Chile*. 1997; 125(12):1429-1436. PMID: 9609018
10. Arias-Gutiérrez MJ, Londoño-Sierra DC, Correa-Guzmán N, Restrepo-Mesa SL. Evaluación de ingesta dietética en un grupo de mujeres lactantes en dos poblaciones de Antioquia, Colombia, 2021-2022. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 2023;74(3):214-224. <https://doi.org/10.18597/rcog.4025>
11. Zárate-Pérez de Calderón ME, Villalba-Tonconi ML, Condori-Huanca GL. Consumo alimentario en mujeres embarazadas, mujeres que dan de lactar y niños de 0 a 5 años. Centros de salud ciudad de La Paz - área urbana, 2018. *Cuad Hosp Clínicas*. 2023;64(1):12-23. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762023000100002&lng=es.
12. Leguizamón JAA, Colman LRM, Coronel GZ, Arce MMS, Cosp MR. Obesidad: su impacto en la diabetes gestacional. *Ginecología-Obstetricia* 2024; 3 (1):12-20. <http://revistafpgo.org/index.php/rvfpgo/article/view/25/23>
13. Bray GA. Beyond BMI. *Nutrients*. 2023;15(10):2254. <https://doi.org/10.3390/nu15102254>
14. Calvo EB, López LB, Balmaceda YDV, Poy MS, González C, Quintana L, et al. Reference charts for weight gain and body mass index during pregnancy obtained from a healthy cohort. *J Matern-Fetal Neonatal Med*. 2009;22(1):36-42. <https://doi.org/10.1080/14767050802464502>
15. Pierini C. La movilidad a la salud en las regiones sanitarias VI y VII del conurbano bonaerense. *Locale*. 2017;2(2):45-79. <https://doi.org/10.14409/rl.v2i2.8309>
16. Castro MP, Barbis E, Pereyra M, Favero E, Fontana S, Valiente E, et al. Atención de salud en red: circulación de pacientes pediátricos en la región del sudeste bonaerense. En: Poder, circulación y comunidades en América del Sur: reflexiones teórico-metodológicas desde el análisis de redes sociales. Qellqasqa; 2020. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/157672>
17. Chiara M. Territorio, políticas públicas y salud. Hacia la construcción de un enfoque multidimensional para la investigación. *Rev Gerenc Políticas Salud*. 2016;15(30):10-22. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgyps15-30.tpps>
18. Pierini C. Estructura y organización de una red perinatal en el conurbano bonaerense// Structure and organization of a perinatal network in the greater Buenos Aires. *Poblac Soc*. 2019;26(2). <https://doi.org/10.19137/pys-2019-260202>
19. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr*. 1981;34(11):2540-2545. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.11.2540>
20. Rigby RA, Stasinopoulos DM. Generalized Additive Models for Location, Scale and Shape. *J R Stat Soc Ser C Appl Stat*. 2005;54(3):507-54. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9876.2005.00510.x>
21. Stasinopoulos DM, Rigby RA. Generalized additive models for location scale and shape (GAMLSS) in R. *J Stat Softw* 2007; 23(7): 1-46. <https://doi.org/10.18637/jss.v023.i07>
22. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2025. <https://www.R-project.org/>
23. Young MF, Nguyen PH, Addo OY, Hao W, Nguyen H, Pham H, et al. The relative influence of maternal nutritional status before and during pregnancy on birth outcomes in Vietnam. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2015;194:223-7. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2015.09.018>
24. Rouhana S, Hallit S, Nicolas G. The association of maternal pre-pregnancy Body Mass Index and gestational weight gain with pregnancy and neonatal outcomes. *Ir J Med Sci*. 2024;193(1):303-12. <https://doi.org/10.1007/s11845-023-03472-w>
25. Shekaili HAA, Hashmi IA, Omari OA. Gestational weight gain and its association with maternal and neonatal outcomes among pregnant women with normal pre-pregnancy body mass index from a Middle Eastern country. *Midwifery*. 2024;130:103929. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2024.103929>
26. Ojeda L, Kurganoff M, Narpe L, Rodríguez JA, Vargas F. Consenso FASGO 2024: Obesidad y embarazo. Presentado en: 38° Congreso Nacional de Ginecología y Obstetricia de la Federación Argentina de Sociedades de Ginecología y Obstetricia (FASGO); 2024 oct 10-11; Neuquén, Argentina.
27. Rivas-Perdomo EE, Galván-Villa M. Estudio de concordancia entre las Escalas de ROSSO-MARDONES y ATALAH para la evaluación nutricional en embarazadas. *Clínica La Ermita de Cartagena*, 2017. *Rev Colomb Obstet Ginecol* 2020;71(1):34-41. <https://revista.fecolsog.org/index.php/rcog/article/view/3317>
28. Atalah E, Castillo C, Gómez C, Mateluna A, Urteaga C, Castro R, et al. Malnutrition of the pregnant woman: an

- overestimated problem? *Rev Med Chil.* 1995;123(12):1531-1538.
28. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today.* 2015;50(3):117-128. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000092>
29. Vila Candel, Rafael. What is the best anthropometric indicator for the pregnancy control? *Nutr Clin Diet Hosp.* 2016;(3):87-96. <https://doi.org/10.12873/363vilacandel>
30. Wang L, Zhang X, Chen T, Tao J, Gao Y, Cai L, et al. Association of Gestational Weight Gain With Infant Morbidity and Mortality in the United States. *JAMA Netw Open.* 2021;4(12):e2141498. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.41498>
31. Santos S, Voerman E, Amiano P, Barros H, Beilin LJ, Bergström A, et al. Impact of maternal body mass index and gestational weight gain on pregnancy complications: An individual participant data meta-analysis of European, North American and Australian cohorts. *BJOG.* 2019;126(8):984-995. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15661>
32. Marchewka-Długońska J, Nieczuja-Dwojacka J, Krygowska K, Bogdanovich V, Sys D, Baranowska B, et al. Effects of pre-pregnancy BMI and gestational weight gain on pregnancy and neonatal outcomes in Poland. *Sci Rep.* 2025;15(1):7603. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91879-z>
33. Sommer I, Teufer B, Szelag M, Nussbaumer-Streit B, Titscher V, Klerings I, et al. The performance of anthropometric tools to determine obesity: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2020;10(1):12699. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69498-7>
34. Kent L, McGirr M, Eastwood KA. Global trends in prevalence of maternal overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis of routinely collected data retrospective cohorts. *Int J Popul Data Sci.* 2024;9(2):06. <https://doi.org/10.23889/ijpds.v9i2.2401>
35. Thapa S, Ahmed KY, Bizuayehu HM, Huda MM, Chalise B, Bore MG, et al. Trends and social determinants of the obesity epidemic among reproductive-age women in ten Asian countries. *Sci Rep.* 2024;14(1):22545. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-73522-5>
36. Popkin BM, Ng SW. The nutrition transition to a stage of high obesity and noncommunicable disease prevalence dominated by ultra-processed foods is not inevitable. *Obes Rev.* 2022;23(1):e13366. <https://doi.org/10.1111/obr.13366>
37. Bolzán AG, Marco ÍD, Mangialavori GLL, Duhau M. Índice de masa corporal preconcepcional en 1 079 171 mujeres atendidas en hospitales públicos de las 24 provincias argentinas. *Rev Argent Salud Pública.* 2022;14:e74-e74. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-810X2022000100074&lng=es
38. Menecier N, Lomaglio DB. Hipertensión arterial, exceso de peso y obesidad abdominal, en mujeres adultas de la Puna de Catamarca, Argentina. *Rev Argent Antropol Biol.* 2021;23(2):040. <https://doi.org/10.24215/18536387e040>
39. Ruderman A, Núñez-de la Mora A. Asociación entre seguridad alimentaria, indicadores de estado nutricional y de salud en poblaciones de Latinoamérica: una revisión de la literatura 2011-2021. *Runa.* 2022;43(2):117-135. <https://doi.org/10.34096/runa.v43i2.10675>

Recibido: 02/12/2025
Aceptado: 15/05/2026

Material suplementario

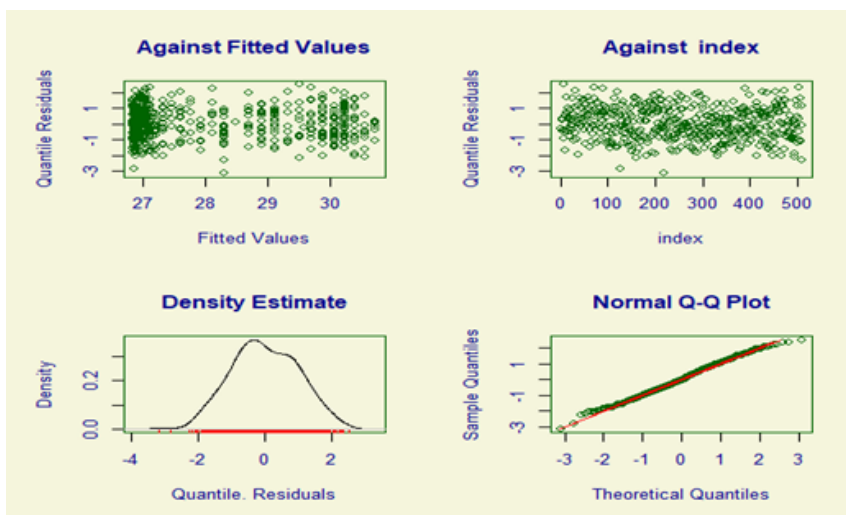


Figura 1S. Resultados del Q-Q plot para los residuos del modelo BCCG

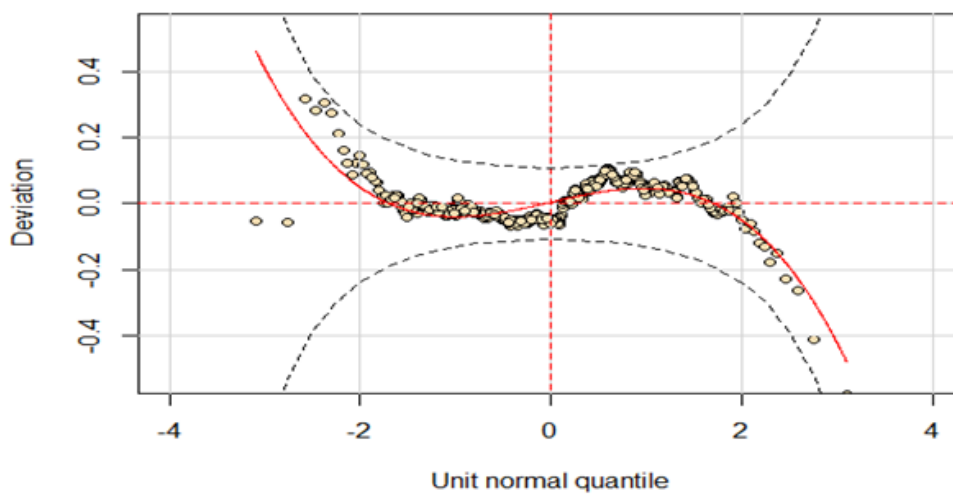


Figura 2S. Worm plot de los residuos del modelo BCCG

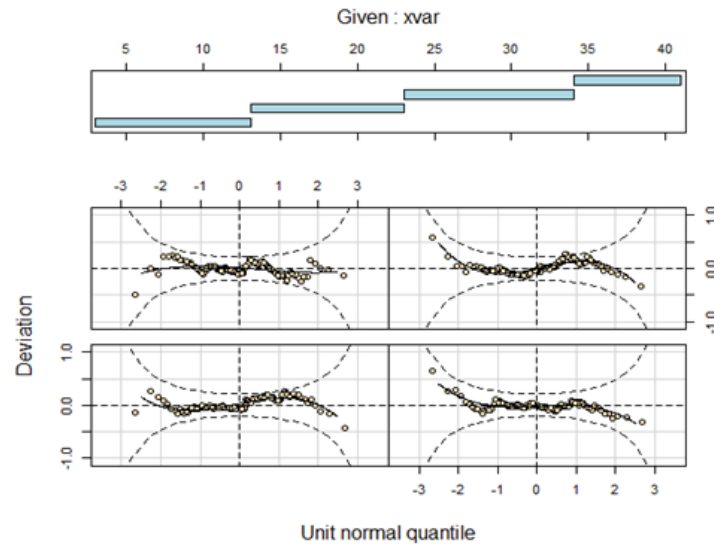


Figura 3S. Worm plot de los residuos del modelo BCCG por intervalos de semanas de gestación

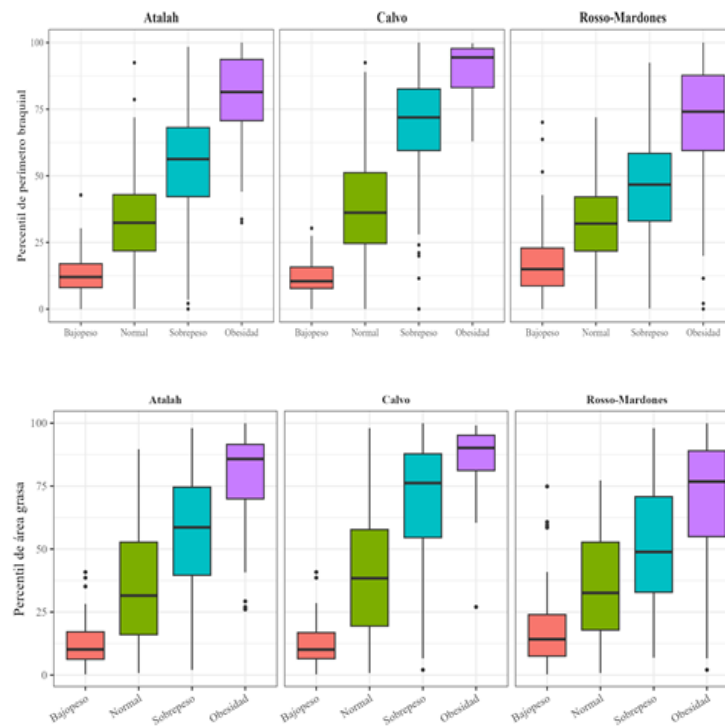


Figura 4S. Percentil de PB y AG según estado nutricional para las tres referencias

Tabla 1S. Resultados de Q test para el ajuste del modelo BCCG

	Z1	Z2	Z3	Z4	Agostino K2	N
0,5 to 51,5	1,727	-0,987	0,635	0,650	0,825	51
51,5 to 102,5	2,603	-0,992	-0,468	-0,501	0,470	51
102,5 to 153,5	-1,523	0,114	-0,055	-0,392	0,157	51
153,5 to 204,5	0,608	1,398	-0,814	-2,885	8,987	51
204,5 to 256,5	0,203	0,712	-0,899	0,541	1,102	52
256,5 to 307,5	-1,305	-0,635	1,848	0,102	3,426	51
307,5 to 358,5	-1,852	-1,397	-0,272	-1,091	1,265	51
358,5 to 409,5	-0,491	-1,497	1,446	0,155	2,116	51
409,5 to 460,5	0,517	0,535	-0,657	-1,575	2,912	51
460,5 to 511,5	-0,273	0,934	0,302	-0,713	0,599	51
TOTAL Q stats	18,205	10,189	8,199	13,659	21,859	511
df for Q stats	6,629	8,069	6,750	10,000	16,750	0
p-val for Q stats	0,009	0,258	0,292	0,189	0,179	0

Tabla 2S. Resultados de Q test para el ajuste del modelo BCPE

	Z1	Z2	Z3	Z4	Agostino K2	N
0,5 to 51,5	1,686	-0,881	1,084	1,368	3,049	51
51,5 to 102,5	2,462	-1,132	-0,040	-0,032	0,003	51
102,5 to 153,5	-1,622	0,168	-0,547	0,725	0,825	51
153,5 to 204,5	0,487	1,391	-0,938	-1,868	4,369	51
204,5 to 256,5	0,140	0,797	-1,158	1,202	2,787	52
256,5 to 307,5	-1,237	-0,643	1,997	0,651	4,413	51
307,5 to 358,5	-1,930	-1,658	-0,527	-0,657	0,709	51
358,5 to 409,5	-0,446	-1,606	1,940	1,215	5,238	51
409,5 to 460,5	0,336	0,451	-0,598	-0,577	0,691	51
460,5 to 511,5	-0,355	1,135	0,277	0,188	0,112	51
TOTAL Q stats	17,487	11,889	12,161	10,035	22,196	511
df for Q stats	6,351	8,044	6,985	6,940	13,925	0
p-val for Q stats	0,010	0,159	0,095	0,182	0,073	0

Tabla 3S. Parámetros de suavización del modelo BCCG y percentiles estimados del IMC por semanas gestacionales (SG)

SG	mu	sigma	nu	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
3	27,228	0,23	-0,463	18,368	20,665	23,446	27,228	31,974	37,358	44,079
4	27,192	0,226	-0,408	18,359	20,668	23,446	27,192	31,838	37,034	43,417
5	27,155	0,223	-0,353	18,35	20,671	23,446	27,155	31,703	36,724	42,796
6	27,117	0,22	-0,297	18,342	20,674	23,445	27,117	31,571	36,425	42,209
7	27,078	0,217	-0,241	18,332	20,677	23,443	27,078	31,44	36,134	41,652
8	27,038	0,215	-0,184	18,322	20,678	23,44	27,038	31,308	35,85	41,118
9	26,995	0,212	-0,126	18,31	20,678	23,435	26,995	31,176	35,571	40,605
10	26,953	0,209	-0,068	18,299	20,679	23,431	26,953	31,047	35,301	40,116
11	26,914	0,206	-0,01	18,292	20,684	23,429	26,914	30,923	35,044	39,658
12	26,881	0,203	0,046	18,294	20,696	23,434	26,881	30,809	34,808	39,237
13	26,859	0,2	0,097	18,309	20,719	23,448	26,859	30,711	34,598	38,864
14	26,85	0,197	0,143	18,339	20,754	23,474	26,85	30,632	34,419	38,543
15	26,855	0,195	0,183	18,384	20,803	23,513	26,855	30,575	34,274	38,276
16	26,876	0,192	0,217	18,445	20,865	23,564	26,876	30,541	34,165	38,063
17	26,913	0,19	0,245	18,519	20,94	23,629	26,913	30,531	34,091	37,904
18	26,966	0,188	0,268	18,606	21,026	23,705	26,966	30,544	34,051	37,794
19	27,035	0,186	0,285	18,704	21,123	23,794	27,035	30,58	34,045	37,732
20	27,119	0,184	0,297	18,814	21,231	23,894	27,119	30,638	34,07	37,715
21	27,219	0,183	0,303	18,935	21,35	24,006	27,219	30,719	34,128	37,743
22	27,334	0,181	0,304	19,068	21,48	24,131	27,334	30,822	34,216	37,813
23	27,465	0,18	0,3	19,213	21,62	24,267	27,465	30,946	34,334	37,925
24	27,608	0,179	0,289	19,369	21,771	24,413	27,608	31,089	34,48	38,078
25	27,763	0,178	0,271	19,535	21,93	24,569	27,763	31,251	34,653	38,269
26	27,93	0,178	0,246	19,713	22,1	24,733	27,93	31,429	34,852	38,5
27	28,109	0,177	0,212	19,903	22,279	24,908	28,109	31,625	35,078	38,771
28	28,298	0,177	0,17	20,106	22,468	25,091	28,298	31,838	35,331	39,085
29	28,496	0,176	0,12	20,32	22,666	25,282	28,496	32,066	35,609	39,44
30	28,701	0,176	0,061	20,543	22,87	25,477	28,701	32,305	35,908	39,832
31	28,908	0,176	-0,005	20,77	23,076	25,674	28,908	32,552	36,224	40,258
32	29,115	0,176	-0,076	20,996	23,28	25,87	29,115	32,802	36,552	40,71
33	29,317	0,176	-0,151	21,219	23,481	26,06	29,317	33,051	36,886	41,182
34	29,514	0,176	-0,227	21,435	23,675	26,245	29,514	33,297	37,222	41,668
35	29,703	0,177	-0,304	21,644	23,862	26,422	29,703	33,536	37,555	42,162
36	29,885	0,177	-0,38	21,844	24,042	26,592	29,885	33,768	37,885	42,659
37	30,06	0,177	-0,455	22,037	24,214	26,755	30,06	33,994	38,209	43,16
38	30,229	0,178	-0,53	22,223	24,382	26,913	30,229	34,214	38,53	43,666
39	30,394	0,178	-0,603	22,405	24,545	27,067	30,394	34,429	38,85	44,18
40	30,556	0,178	-0,676	22,584	24,705	27,219	30,556	34,642	39,17	44,705
41	30,717	0,179	-0,75	22,762	24,865	27,37	30,717	34,854	39,492	45,245

Tabla 4S. Ajustes para los modelos BCCG y BCPE para la variable PB

Modelo	AIC	BIC	GAIC
BCCG	2792,338	2826,982	2792,338
BCPE	2792,043	2833,100	2792,043

Tabla 5S. Ajustes para los modelos BCCG y BCPE para la variable AG

Modelo	AIC	BIC	GAIC
BCCG	3450,910	3484,376	3450,910
BCPE	3450,639	3496,415	3450,639

Tabla 6S. Parámetros de suavización del modelo BCCG y percentiles estimados del PB por semanas gestacionales (SG)

SG	mu	sigma	nu	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
3	30,9369	0,1568	1,671	20,61	24,22	27,54	30,94	34,1	36,79	39,32
4	30,722	0,1568	1,616	20,58	24,1	27,36	30,72	33,87	36,56	39,1
5	30,508	0,1568	1,5609	20,55	23,97	27,18	30,51	33,65	36,33	38,88
6	30,2951	0,1568	1,5057	20,52	23,85	27	30,3	33,42	36,11	38,67
7	30,0831	0,1568	1,4502	20,48	23,72	26,82	30,08	33,19	35,88	38,45
8	29,8724	0,1568	1,3943	20,43	23,6	26,64	29,87	32,97	35,66	38,24
9	29,6639	0,1568	1,3378	20,39	23,48	26,47	29,66	32,75	35,44	38,03
10	29,4606	0,1567	1,2804	20,35	23,36	26,3	29,46	32,53	35,23	37,83
11	29,267	0,1567	1,2216	20,31	23,24	26,13	29,27	32,33	35,03	37,65
12	29,0876	0,1567	1,1614	20,28	23,14	25,99	29,09	32,14	34,84	37,48
13	28,9269	0,1567	1,0998	20,26	23,05	25,85	28,93	31,97	34,68	37,34
14	28,7877	0,1567	1,0368	20,25	22,98	25,74	28,79	31,82	34,55	37,23
15	28,6711	0,1567	0,9725	20,26	22,93	25,65	28,67	31,71	34,44	37,15
16	28,5769	0,1567	0,9076	20,28	22,9	25,57	28,58	31,61	34,37	37,1
17	28,504	0,1567	0,8432	20,31	22,88	25,52	28,5	31,54	34,31	37,09
18	28,4495	0,1567	0,7807	20,35	22,87	25,48	28,45	31,49	34,28	37,09
19	28,4099	0,1566	0,7216	20,4	22,87	25,45	28,41	31,45	34,27	37,11
20	28,3832	0,1566	0,6674	20,45	22,88	25,44	28,38	31,43	34,27	37,14
21	28,3683	0,1566	0,6192	20,49	22,9	25,43	28,37	31,42	34,28	37,18
22	28,3653	0,1566	0,5772	20,54	22,92	25,44	28,37	31,43	34,3	37,23
23	28,3744	0,1566	0,5417	20,59	22,94	25,45	28,37	31,44	34,33	37,29
24	28,3959	0,1566	0,5125	20,63	22,98	25,47	28,4	31,47	34,37	37,36
25	28,4304	0,1566	0,4896	20,69	23,02	25,51	28,43	31,51	34,43	37,43
26	28,478	0,1566	0,4726	20,74	23,07	25,55	28,48	31,57	34,5	37,52
27	28,5385	0,1566	0,4615	20,8	23,12	25,61	28,54	31,64	34,58	37,61
28	28,6104	0,1565	0,456	20,86	23,18	25,68	28,61	31,72	34,67	37,71
29	28,6916	0,1565	0,4561	20,91	23,25	25,75	28,69	31,81	34,76	37,82
30	28,7779	0,1565	0,4619	20,97	23,32	25,83	28,78	31,9	34,86	37,93
31	28,8659	0,1565	0,4737	21,02	23,38	25,9	28,87	32	34,96	38,02
32	28,953	0,1565	0,4918	21,07	23,44	25,98	28,95	32,09	35,06	38,11
33	29,0372	0,1565	0,5163	21,1	23,5	26,05	29,04	32,18	35,14	38,19
34	29,1174	0,1565	0,5473	21,12	23,54	26,12	29,12	32,26	35,22	38,25
35	29,1929	0,1565	0,5848	21,14	23,59	26,18	29,19	32,34	35,29	38,3
36	29,2634	0,1565	0,6282	21,14	23,62	26,24	29,26	32,41	35,35	38,33
37	29,3291	0,1565	0,6768	21,12	23,64	26,29	29,33	32,48	35,4	38,36
38	29,3906	0,1564	0,7297	21,1	23,66	26,33	29,39	32,54	35,44	38,37
39	29,4484	0,1564	0,7857	21,07	23,68	26,38	29,45	32,59	35,47	38,37
40	29,5034	0,1564	0,8434	21,04	23,69	26,42	29,5	32,64	35,51	38,37
41	29,5565	0,1564	0,9018	21	23,69	26,45	29,56	32,69	35,54	38,37

Tabla 7S. Parámetros de suavización del modelo BCCG y percentiles estimados del AG por semanas gestacionales (SG)

SG	mu	sigma	nu	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
3	25,451	0,4322	0,1422	10,73	14,29	18,9	25,45	33,87	43,38	54,93
4	24,9904	0,4314	0,1443	10,54	14,05	18,56	24,99	33,23	42,54	53,82
5	24,5305	0,4305	0,1464	10,36	13,8	18,23	24,53	32,6	41,7	52,73
6	24,0703	0,4297	0,1485	10,18	13,55	17,9	24,07	31,97	40,87	51,64
7	23,607	0,4289	0,1506	9,99	13,3	17,56	23,61	31,33	40,03	50,54
8	23,1392	0,428	0,1527	9,8	13,05	17,22	23,14	30,69	39,19	49,44
9	22,6679	0,4272	0,1548	9,61	12,79	16,88	22,67	30,05	38,34	48,34
10	22,2013	0,4264	0,1568	9,42	12,54	16,54	22,2	29,41	37,5	47,25
11	21,7545	0,4256	0,1588	9,24	12,3	16,22	21,75	28,8	36,7	46,21
12	21,3457	0,4247	0,1607	9,08	12,08	15,92	21,35	28,25	35,97	45,26
13	20,9947	0,4239	0,1625	8,94	11,89	15,67	20,99	27,76	35,33	44,43
14	20,715	0,4231	0,1642	8,83	11,74	15,47	20,72	27,38	34,82	43,76
15	20,5153	0,4223	0,1658	8,75	11,64	15,32	20,52	27,1	34,45	43,26
16	20,3956	0,4214	0,1673	8,71	11,58	15,24	20,4	26,92	34,21	42,93
17	20,3503	0,4206	0,1686	8,71	11,56	15,22	20,35	26,85	34,09	42,77
18	20,3648	0,4198	0,1698	8,72	11,58	15,24	20,36	26,85	34,08	42,72
19	20,4219	0,419	0,1708	8,76	11,63	15,29	20,42	26,91	34,14	42,77
20	20,5094	0,4182	0,1718	8,81	11,69	15,36	20,51	27,01	34,25	42,89
21	20,6177	0,4174	0,1727	8,87	11,76	15,45	20,62	27,14	34,39	43,05
22	20,739	0,4166	0,1735	8,93	11,84	15,55	20,74	27,29	34,56	43,23
23	20,8671	0,4158	0,1742	9	11,93	15,65	20,87	27,44	34,73	43,44
24	21,0015	0,415	0,1748	9,08	12,02	15,76	21	27,6	34,92	43,65
25	21,142	0,4142	0,1752	9,15	12,11	15,88	21,14	27,77	35,12	43,88
26	21,2866	0,4133	0,1755	9,23	12,21	15,99	21,29	27,95	35,33	44,12
27	21,4319	0,4125	0,1757	9,31	12,3	16,11	21,43	28,12	35,53	44,36
28	21,5723	0,4117	0,1758	9,38	12,4	16,23	21,57	28,29	35,73	44,59
29	21,7008	0,4109	0,1758	9,46	12,49	16,33	21,7	28,45	35,91	44,79
30	21,808	0,4101	0,1757	9,52	12,56	16,42	21,81	28,57	36,05	44,96
31	21,885	0,4093	0,1755	9,57	12,62	16,49	21,89	28,66	36,15	45,06
32	21,9246	0,4086	0,1752	9,61	12,66	16,53	21,92	28,7	36,18	45,08
33	21,9219	0,4078	0,1749	9,62	12,67	16,54	21,92	28,68	36,14	45,02
34	21,876	0,407	0,1745	9,62	12,66	16,51	21,88	28,6	36,04	44,87
35	21,7896	0,4062	0,1742	9,6	12,63	16,46	21,79	28,48	35,86	44,64
36	21,6697	0,4054	0,1738	9,56	12,57	16,38	21,67	28,31	35,63	44,34
37	21,5229	0,4046	0,1733	9,52	12,5	16,27	21,52	28,1	35,36	43,99
38	21,3547	0,4038	0,1729	9,46	12,42	16,16	21,35	27,87	35,06	43,59
39	21,1703	0,403	0,1725	9,4	12,32	16,03	21,17	27,61	34,72	43,16
40	20,9741	0,4022	0,172	9,33	12,23	15,89	20,97	27,34	34,37	42,71
41	20,7709	0,4015	0,1715	9,25	12,12	15,74	20,77	27,06	34,01	42,25

Percepción corporal y hábitos alimentarios en estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Haydee Cárdenas-Quintana¹ , María Pía Carrasco-Reátegui² , María Elena Huauya-Leuyacc³ ,
Diana Celi-Torres⁴ , Verónica Delgado-López⁵ , Patricio Ramos-Padilla⁵ .

Resumen: Introducción. La vida universitaria genera muchos cambios en los hábitos alimentarios, el estudiante está sometido a factores psicológicos y sociales que pueden afectar la percepción que tienen de sí mismo y sobre su imagen corporal. **Objetivo.** Conocer la percepción de la imagen corporal y los hábitos alimentarios de los estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. **Materiales y métodos.** Estudio descriptivo de corte transversal, participaron 345 estudiantes universitarios de grado y posgrado; se utilizó como instrumento un cuestionario virtual; se midieron características sociodemográficas, hábitos alimentarios; para la percepción de la imagen corporal se utilizó escala de Thompson y Gray. **Resultados.** Desde el inicio de sus estudios, el 47,0 % reportó un aumento en el consumo de alimentos, el 60,6 % mostró mayor interés por la nutrición, y el 68,4 % modificó sus horarios de comida. Además, el 49,3 % refirió aumento de peso corporal y el 64,1 % manifestó insatisfacción con su imagen corporal. Se observó una marcada discrepancia entre la imagen corporal percibida y la deseada: el 44,1 % se identificó con exceso de peso, mientras que el 82,9 % deseaba una figura de normo peso. Esta insatisfacción fue más pronunciada en mujeres, cuya media percibida fue 6,38 frente a una deseada de 4,84, en comparación con los hombres (5,53 vs. 4,77). **Conclusiones.** Los hallazgos evidencian una notable insatisfacción corporal entre estudiantes universitarios, especialmente en mujeres, influenciada por ideales estéticos socioculturales centrados en la delgadez. Aunque se observa un interés creciente por la nutrición, persisten hábitos alimentarios poco saludables. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 173-182.**

Palabras clave: imagen corporal, insatisfacción corporal, hábitos alimentarios, estudiantes universitarios, nutrición.

Abstract: Body image and eating habits among students at the National Agrarian University of La Molina. Introduction. University life brings about many changes in eating habits. Students are subject to psychological and social factors that can affect their perception of themselves and their body image. **Objective.** To understand the perception of body image and eating habits among students at the National Agrarian University of La Molina. **Materials and Methods.** A descriptive cross-sectional study was conducted with 345 undergraduate and graduate university students. An online questionnaire was used as the research tool. Sociodemographic characteristics and eating habits were measured, and the Thompson and Gray scale was used to assess body image perception. **Results.** Since beginning their studies, 47.0% reported an increase in food consumption, 60.6% showed greater interest in nutrition, and 68.4% changed their meal schedules. In addition, 49.3% reported weight gain and 64.1% expressed dissatisfaction with their body image. A marked discrepancy was observed between perceived and desired body image: 44.1% identified themselves as overweight, while 82.9% desired a normal weight. This dissatisfaction was more pronounced in women, whose perceived average was 6.38 compared to a desired average of 4.84, compared to men (5.53 vs. 4.77). **Conclusions.** The findings show a notable body dissatisfaction among university students, especially women, influenced by sociocultural aesthetic ideals focused on thinness. Although there is a growing interest in nutrition, unhealthy eating habits persist. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 173-182.**

Keywords: body image, body dissatisfaction, eating habits, university students, nutrition.

Introducción

El estilo de vida se define como un conjunto estable de hábitos y comportamientos en un

individuo o grupo que influye directamente en la salud (1,2). Entre los hábitos considerados saludables figuran dormir entre 7 y 8 horas diarias, desayunar regularmente, evitar el tabaco, consumir alcohol con moderación, mantener un peso saludable, evitar comer entre comidas y realizar actividad física de forma regular (1,3). Estos patrones promueven una mejor calidad de vida y protección frente a enfermedades crónicas (2,3).

En estudiantes universitarios, factores como el estrés, la carga académica y el sedentarismo

¹Departamento Académico de Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. ² Programa de Maestría en Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. ³ Programa de Maestría en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. ⁴ Facultad de Ciencias de la Salud. Carrera de Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. ⁵ Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana (GIANH). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.

Autor para la correspondencia: Patricio Ramos-Padilla, e-mail: patoramos260380@gmail.com



pueden provocar irregularidades en los horarios de alimentación y favorecer hábitos poco saludables, como una mala alimentación debido al mayor consumo de productos con alto contenido energético y a la falta de tiempo para realizar actividad física (4,6). Estudios recientes indican que más del 50 % de universitarios no desayunan diariamente, consumen alimentos ultraprocesados y permanecen sentados durante varios periodos (5,6). Esta etapa representa, además, la primera aproximación a la responsabilidad individual, donde el autocuidado y la alimentación adquieren un papel central, siendo un momento crítico para la consolidación de hábitos que influirán directamente en la salud a largo plazo; por ello, la etapa universitaria se considera clave para intervenir y promover estilos de vida saludables que contribuyan a prevenir el sobrepeso y la obesidad (3,5).

Los hábitos alimentarios son comportamientos repetitivos de los seres humanos que hacen consumir determinados alimentos por diferentes motivos y muchas veces los alimentos más solicitados son poco saludables, con bajo valor nutricional y altamente calóricos (7,8). Los hábitos alimenticios inician desde una edad temprana y son fundamentales para el desarrollo y mantenimiento de una vida saludable (9,10). La población joven en etapa universitaria tiende a desarrollar malos hábitos alimenticios, debido a que el estilo de vida de los estudiantes cambia de varias maneras; la alimentación de los estudiantes universitarios se caracteriza por ser poco variada y de baja calidad nutricional, la cual no cumple con los requerimientos diarios necesarios para realizar sus actividades (11).

La imagen corporal se define como pensamientos, sentimientos y comportamientos de un individuo asociados con su apariencia y capacidad física (12,13). El vínculo entre la alimentación y la percepción corporal está influenciado por factores socioculturales, biológicos, y psicológicos, pudiendo desembocar en hábitos peligrosos para la salud; el estrés psicológico o los eventos altamente estresantes, por ejemplo, están asociados con patrones dietéticos poco

saludables como saltarse comidas o restringir la ingesta. (5,14). Los estudiantes universitarios son un grupo vulnerable que podría experimentar inconformidad con su apariencia física (15).

En este contexto, el objetivo del presente estudio es conocer la percepción de la imagen corporal y los hábitos alimentarios de los estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Materiales y métodos

Tipo de estudio y muestra

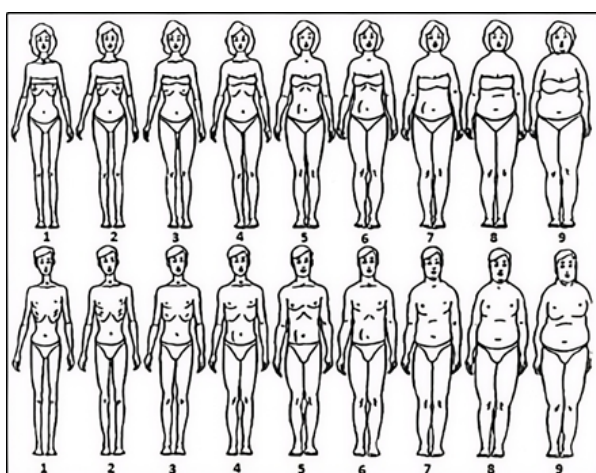
Estudio no experimental, descriptivo, transversal, desarrollado entre mayo 2021 y abril 2022 con una muestra seleccionada por muestreo no probabilístico compuesta por 345 estudiantes de grado y posgrado entre 18 y 56 años, hombres y mujeres de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Instrumentos y Variables

Se elaboró un cuestionario *on-line* donde se exploró los hábitos alimentarios y la percepción de la imagen corporal de los estudiantes de la UNALM. El cuestionario fue revisado por 3 expertos en alimentación y nutrición y posteriormente aplicado en 30 estudiantes como prueba piloto, todas las observaciones como la redacción de las preguntas y el orden de estas fueron consideradas para elaborar una versión mejorada de la encuesta. La aplicación del cuestionario final fue durante julio de 2021. Se recopilaron los datos mediante una encuesta autoadministrada a través de Google Forms. La distribución de la encuesta se realizó a través del correo institucional, grupos de Facebook, Instagram y WhatsApp. Las respuestas de los participantes fueron voluntarias, anónimas y confidenciales de acuerdo con la política de privacidad de Google. Se aplicó criterios de exclusión: menor de 18 años y que no tuvieran vínculo de estudiante con la UNALM.

La encuesta on line presentó 4 secciones: 1. Presentación, objetivos y formulario de consentimiento informado 2. Características sociodemográficas de la población (vínculo con la UNALM, edad, sexo, residencia actual, nivel de instrucción, estado civil) 3. Hábitos alimentarios (forma de adquisición de los alimentos, cambios en horarios y consumo habitual de alimentos, eliminación o aumento del consumo alimentos, suplementos, plantas medicinales y/o bebidas por considerarlos beneficiosos

o perjudiciales para la salud, lugar de adquisición de alimentos) 4. Percepción de la imagen corporal: se utilizó escala de Thompson y Gray, que mide la percepción de la imagen corporal aplicando una escala numérica del 1 al 9, asociada a siluetas humanas de ambos sexos que van de la delgadez extrema a la obesidad. Los rangos de 1-3 representan grados de bajo peso, rangos de 4-6 representan grados de normo peso y rangos de 7-9 representan grados de exceso de peso (16). Esta escala ha sido validada para el uso en poblaciones adultas y posee un coeficiente de validez concurrente de 0,71 con el peso corporal (17,18).



Escala de Thompson y Gray
(Standard Figural Stimuli)

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico Jamoviv2.3.28. Para el análisis de las variables cuantitativas se realizaron cálculos de medidas de tendencia central como media y de medidas de dispersión como máximo, mínimo; para las variables en escala cualitativa ordinal o nominal se calcularon frecuencias y porcentajes. Las variables fueron analizadas mediante estadística descriptiva, estratificando los resultados según el sexo de los participantes.

Aspectos Éticos

La investigación fue realizada de acuerdo con lo establecido en la Declaración de Helsinki (19). El estudio fue aprobado por el Servicio Médico de la Oficina de Bienestar Universitario de la UNALM. Previo al llenado

de la encuesta los participantes leyeron y proporcionaron su consentimiento informado al inicio del formulario on line. Se solicitó que la encuesta fuera contestada solamente por personas con vínculo de estudiante con la UNALM.

Resultados

Se analizó 345 participantes, 67,5 % mujeres y el 32,5 % hombres. La mayoría se identificó como soltero (94,2 %). El 85,8 % fueron estudiantes de grado, mientras que el 14,2 % estudiantes de posgrado. La edad media de los participantes fue de $24,2 \pm 5,83$ años (Tabla 1).

En la Tabla 2 se puede observar que el 47,0 % de los participantes reportó un aumento en su consumo de alimentos desde que inició sus estudios universitarios, mientras el 13,3 %

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población participante.

N (345)					
	Frecuencia			%	
Sexo					
Hombre	112			32,5	
Mujer	233			67,5	
Estado civil					
Casado	12			3,5	
Divorciado	1			0,3	
Soltero	325			94,2	
Unión libre	7			2,0	
Nivel de Instrucción					
Grado	253			85,8	
Posgrado	49			14,2	
	Media	Mediana	DE	Mín	Máx
Edad	24,2	23	5,83	18	56

DE: Desviación estándar; Mín: mínimo;
Máx: máximo

Tabla 2. Cambios en los hábitos alimentario durante los estudios universitarios.

	Frecuencia	%
Desde que inició los estudios universitarios ¿su consumo de alimentos ha aumentado o disminuido?		
Aumentado	162	47,0
Disminuido	46	13,3
Se mantiene igual	137	39,7
Desde que inició los estudios universitarios ¿Ud. ha empezado a interesarse por conocer más acerca de los alimentos?		
No	136	39,4
Si	209	60,6
Desde que inició los estudios universitarios ¿Ha dejado Usted de consumir algún alimento por considerar que es perjudicial para la salud?		
No	242	70,1
Si	103	29,9
Desde que inició los estudios universitarios ¿Ha empezado Usted a consumir algún alimento por considerar que es beneficioso para la salud?		
No	174	50,4
Si	171	49,6
Desde que inició los estudios universitarios ¿Ha empezado Usted a consumir alguna planta medicinal por considerarla que es beneficiosa para la salud?		
No	218	63,2
Si	127	36,8
Desde que inició los estudios universitarios ¿Ha empezado Usted a consumir algún suplemento nutricional por considerarlo que es beneficioso para la salud?		
No	254	73,6
Si	91	26,4
Desde que inició los estudios universitarios ¿Ha aumentado Usted el consumo de bebidas (excepto alcohol)?		
No	218	63,2
Si	127	36,8
Desde que inició los estudios universitarios ¿Ha realizado Usted cambios en sus horarios de comida?		
No	109	31,6
Si	236	68,4
Desde que inició los estudios universitarios ¿Dónde obtiene sus alimentos y/o comidas?		
Entrega a domicilio	14	4,1
Entrega a domicilio, Supermercados	4	1,2
Mercado local o tienda	172	49,9
Mercado local o tienda, Entrega a domicilio	13	3,8
Mercado local o tienda, Entrega a domicilio, Supermercados	40	11,6
Mercado local o tienda, Supermercados	77	22,3
Supermercados	25	7,2

que ha disminuido. El 60,6 % manifestó un mayor interés por conocer sobre los alimentos, y el 29,9 % dejó de consumir ciertos alimentos por considerarlos perjudiciales. Asimismo, el 49,6 % incorporó alimentos considerados beneficiosos para la salud, el 36,8 % empezó a consumir plantas medicinales y el 26,4 % suplementos nutricionales. En cuanto a bebidas, el 36,8 % reportó un aumento en su consumo. Finalmente, el 68,4 % realizó cambios en sus horarios de comida y la mayoría obtiene sus alimentos en mercados locales o tiendas (49,9 %).

Desde el inicio de sus estudios universitarios, el 49,3 % de los estudiantes reportó un aumento de peso corporal, mientras que el 22,6 % refirió una disminución, el 64,1 % manifestó no estar conforme con su imagen corporal. En cuanto a la autopercepción, el 47,5 % se identificó con figuras correspondientes a normo peso, el 44,1 % con exceso de peso, y el 8,4 % con bajo peso mientras que el 82,9 % expresó desear una imagen corporal asociada al normo peso (Tabla 3).

La Figura 1 muestra una discrepancia notable entre la imagen corporal percibida y la deseada. Mientras que el 24,1 % y el 16,8 % de los participantes se

identificaron con las representaciones 7 y 8, asociadas al exceso de peso, solo el 1,4 % y 0,6 % respectivamente las eligieron como imagen deseada. En contraste, las figuras 4 y 5 (normo peso) fueron seleccionadas como deseadas por el 29,0 % y 37,1 %, superando ampliamente la percepción actual en estas categorías (11,9 % y 12,5 %). Este patrón refleja una tendencia general hacia la insatisfacción corporal y la preferencia por una figura normo ponderal.

En la Tabla 4 se revelan diferencias entre la imagen corporal actual y la deseada, tanto en hombres como en mujeres. En los hombres, un 16,5 % se percibe con exceso de peso, pero solo un 1,7 % desea mantener dicha imagen (-14,8 %). En contraste, el 30,1 % desea una imagen correspondiente a normo peso, frente a un 15,1 % que se percibe así actualmente (+15,0 %). En mujeres, el 27,5 % se identifica con exceso de peso, mientras solo el 0,3 % lo desea (-27,2 %). El 52,8 % aspira a una imagen de normo peso, aunque solo el 32,5 % se percibe así (+20,3 %).

Tabla 3. Percepción del peso e imagen corporal en la población universitaria analizada.

	Frecuencia	%
Desde que inició los estudios universitarios, ¿su peso corporal ha?		
Aumentado	170	49,3
Disminuido	78	22,6
Se mantiene igual	97	28,1
Actualmente, ¿Usted se encuentra conforme con su imagen corporal?		
No	221	64,1
Si	124	35,9
¿Cuál de las representaciones se acerca más a su imagen corporal en este momento?		
1 – 3 (representaciones asociadas a grados de bajo peso)	29	8,4
4 – 6 (representaciones asociadas a grados de normo peso)	164	47,5
7 – 9 (representaciones asociadas a grados de exceso de peso)	152	44,1
¿Cuál de las representaciones se acerca más a la imagen corporal que Usted desearía tener?		
1 – 3 (representaciones asociadas a grados de bajo peso)	52	15,1
4 – 6 (representaciones asociadas a grados de normo peso)	286	82,9
7 – 9 (representaciones asociadas a grados de exceso de peso)	7	2,0

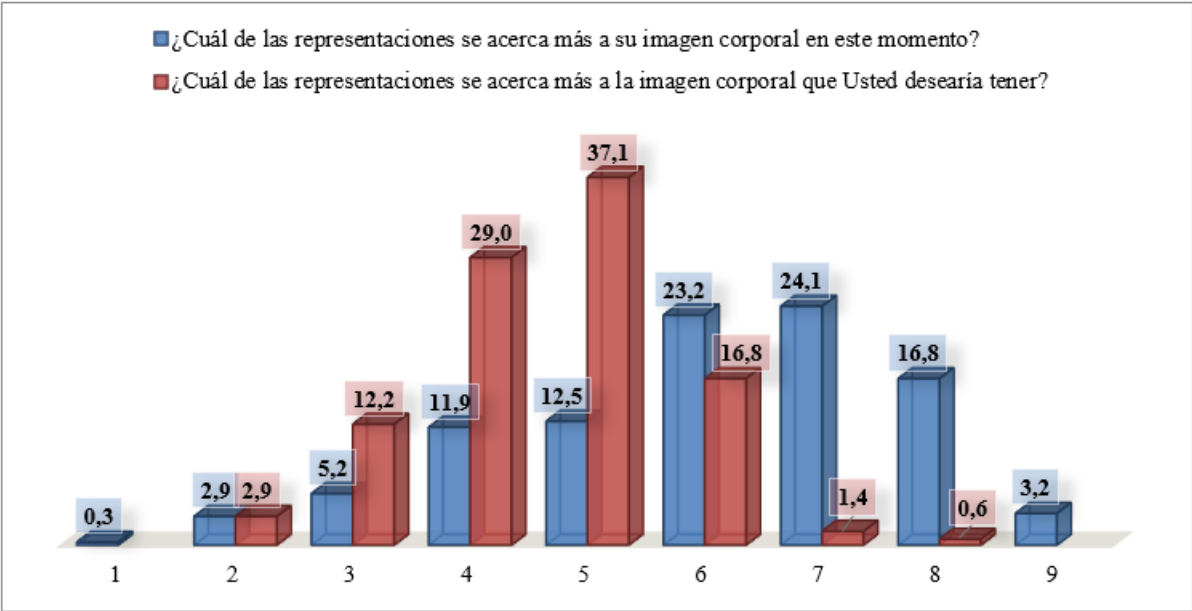


Figura 1. Imagen corporal percibida y deseada de los participantes.

La Figura 2 muestra diferencias relevantes entre la imagen corporal percibida y la deseada en función del sexo. En las mujeres, la media de la imagen corporal percibida fue de 6,38 mientras que la deseada fue significativamente menor, con una media de 4,84. En los hombres, la media percibida fue de 5,53 y la deseada de 4,77. Estas

diferencias indican una mayor insatisfacción corporal en las mujeres, con una dispersión más amplia en la percepción que en el ideal, lo que sugiere estándares corporales más rígidos. En ambos sexos, la imagen ideal se concentró en valores asociados al normo peso, mientras que la autopercepción tendió a valores más altos, especialmente en mujeres.

Tabla 4. Imagen corporal percibida y deseada según sexo de los participantes.

Representación	Sexo	¿Cuál de las representaciones se acerca más a su imagen corporal en este momento?	¿Cuál de las representaciones se acerca más a la imagen corporal que Usted desearía tener?	Diferencia porcentual
		%	%	
1 – 3	Hombre	0,9	0,6	-0,3
	Mujer	7,5	14,5	7,0
4 – 6	Hombre	15,1	30,1	15,0
	Mujer	32,5	52,8	20,3
7 - 9	Hombre	16,5	1,7	-14,8
	Mujer	27,5	0,3	-27,2

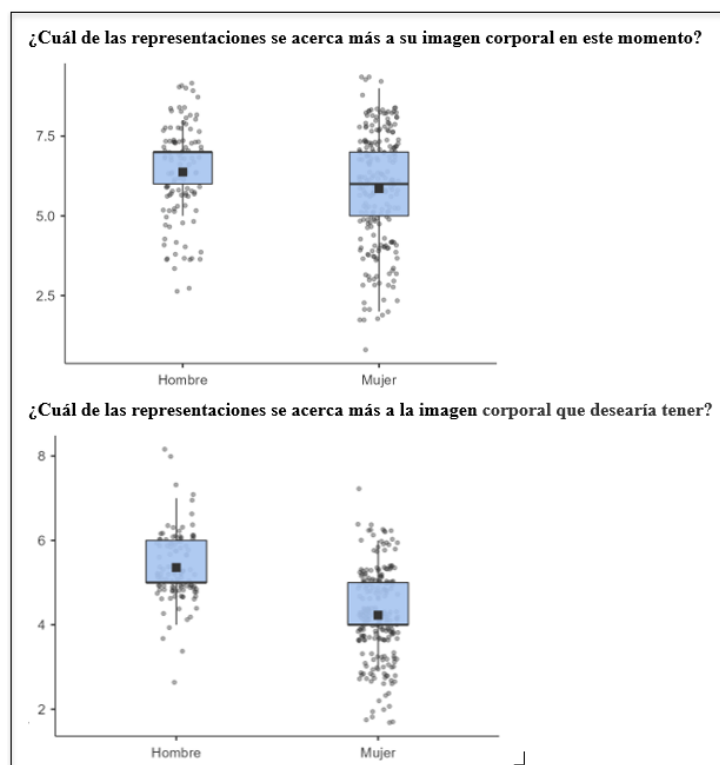


Figura 2. Comparación de medias para imagen corporal percibida y deseada según sexo de los participantes

Discusión

La insatisfacción corporal es un descontento sobre la forma general del cuerpo, que se observa principalmente en personas con trastornos de la conducta alimentaria (TCA) (20) y adolescentes; sin embargo, esta insatisfacción por la imagen corporal también se presenta en personas adultas jóvenes sin TCA. Se ha observado que, las personas con malnutrición por exceso son quienes con mayor frecuencia manifiestan insatisfacción corporal (21); y que, los sujetos que se perciben con sobrepeso o con delgadez suelen reportar hábitos alimentarios poco saludables (22), sugiriendo una relación entre insatisfacción corporal y hábitos alimentarios.

En el presente estudio, realizado en población adulta universitaria, se identificó que, 49% de los participantes percibió haber aumentado de peso desde que ingresó a la universidad y sólo 22,6% reportó una disminución. Esta percepción respecto a su peso se relaciona con los hábitos alimentarios observados: 47% de los sujetos indicó que aumentó progresivamente el consumo

de alimentos y apenas 13% manifestó haber reducido su ingesta alimentaria durante su estancia universitaria. Además, 29,9% eliminó ciertos alimentos por considerarlos perjudiciales para su salud y 36,9% indicó haber iniciado el consumo de productos de plantas medicinales con fines saludables.

Asimismo, 68,4% de los universitarios mencionaron que sus horarios de alimentación se vieron afectados, lo cual, pudo repercutir en su estado de salud y nutrición, ya que los horarios irregulares de alimentación pueden alterar el sistema circadiano favoreciendo al desarrollo de obesidad y otras patologías metabólicas (23). En consecuencia, esta irregularidad en los tiempos de alimentación constituye un factor de riesgo para malnutrición por exceso en este grupo estudiado. En esta investigación también se observó el consumo de plantas medicinales (36,9%) y de suplementos nutricionales (26,4%) como una alternativa para mejorar la salud, en concordancia con la tendencia encontrada en estudios actuales de fortalecer el sistema inmunitario mediante productos naturales y suplementos (24-26), a pesar de ello, estos hábitos alimentarios no fueron favorables para lograr un peso o imagen corporal deseable, pues, 64% de universitarios afirmó no sentirse conforme con su peso, 44% se percibió con exceso de peso y 8,4% con bajo peso. Esta insatisfacción general con la imagen corporal contrasta con los hallazgos de Pinho et al. (27), quienes estudiaron la percepción de imagen corporal en estudiantes de un bachillerato tecnológico, y observaron niveles de insatisfacción corporal significativamente más bajos. Es importante recalcar que, en algunos grupos poblacionales, los hábitos y conductas alimentarias adoptadas están asociadas a su conformidad o no con el peso y ligadas a condiciones biológicas, por ejemplo, en un estudio realizado en Estados Unidos en 2013 en mujeres, evidenció que, la alimentación intuitiva (reconocer las señales de hambre y saciedad), está asociada a una menor probabilidad de seguir patrones dietéticos poco saludables o extremos para controlar el peso corporal; y que, la identificación de

estar saciado tras una ingesta, presenta menor riesgo de practicar dietas extremas o episodios de atracones(28).

Otro resultado relevante en esta investigación es que, las mujeres se sentían más insatisfechas con su imagen corporal que los hombres: 27% de mujeres se percibió con exceso de peso frente al 16,5% de varones. Cuando se les preguntó sobre la imagen corporal que deseaban tener, 30% y 52,8% de hombres y mujeres respectivamente señaló la categoría de normo peso, reafirmando que las mujeres expresan un mayor nivel de descontento con su imagen corporal actual, pues, las siluetas que deseaban tener estaban entre la 4 y la 6, resultados semejantes a los reportados por Francisco et al. en una muestra portuguesa (29). Aunque hombres y mujeres escogieron siluetas de normopeso, su percepción con respecto al peso en los hombres era más cercana a la silueta 6. Esta elección de la silueta, en el caso de los hombres, no estaría relacionado con el exceso de grasa corporal como mide la herramienta de Thompson y Gray (17), sino a la percepción de los hombres de las siluetas 6 y 7 como las siluetas de mayor robustez o complexión muscular (30); mientras que en las mujeres la elección de la silueta deseada era más cercana a la 4, lo cual, puede estar asociada a la interiorización ideal de belleza femenina pro-delgadez (31). Si bien se conoce que la elección de figuras de extrema delgadez se asocia a mayor riesgo de trastornos de la imagen corporal (32), esta tendencia no se observó en este estudio.

Por otro lado, una revisión sistemática sobre los aspectos psicológicos de la alimentación intuitiva en mujeres demostró que, este tipo de alimentación está correlacionada con una imagen corporal positiva, mayor autoestima, aceptación y satisfacción con la figura corporal, mientras que, las prácticas alimentarias desordenadas, orientadas a modificar el peso o la figura, se relacionan con mayor insatisfacción corporal (33). Estos hallazgos sugieren la necesidad de explorar en futuras investigaciones la relación entre la insatisfacción corporal y alimentación intuitiva en población universitaria, considerando que el grupo estudiado evidenció insatisfacción con su imagen corporal.

Conclusiones

Los hallazgos encontrados en el presente estudio evidencian una amplia discrepancia entre la percepción y el ideal corporal, especialmente acentuada en mujeres, sugieren que la presión sociocultural por alcanzar un ideal corporal impacta con mayor intensidad en mujeres y refuerza la existencia de insatisfacción corporal y la tendencia hacia ideales estéticos más delgados, lo que podría tener implicaciones en el comportamiento alimentario y la salud mental de esta población.

Durante la etapa universitaria se evidencian cambios significativos en los hábitos alimentarios, con una tendencia al aumento en el consumo de alimentos y modificaciones en los horarios de comida. A pesar de un mayor interés por conocer sobre nutrición, una proporción considerable de estudiantes mantiene prácticas que no siempre se alinean con una alimentación saludable, lo que sugiere la necesidad de intervenciones educativas continuas en este grupo etario.

Limitaciones

La recopilación de datos se hizo mediante un muestreo no probabilístico, lo cual limita la generalización de los resultados; además, la proporción de mujeres que respondieron a la encuesta duplica a los varones, ambos factores deben considerarse al momento de generalizar los resultados.

Agradecimientos

Los autores agradecen a cada una de sus filiaciones por el apoyo brindado durante la investigación.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés durante la investigación, escritura y/o publicación del presente trabajo.

Contribución de los autores

HCQ: Concepción y diseño de la investigación, análisis e interpretación de los datos, redacción del artículo, aprobación final del manuscrito.

MPCR, MEHL, DECT, VCDL y PRP: Diseño de la investigación, interpretación de los datos, redacción del artículo, aprobación final del manuscrito.

Referencias

1. World Health Organization. Follow-up to the Political Declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases. Geneva: World Health Organization; 2013. Report No.: WHA66.10. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA66/A66_R10-en.pdf
2. World Health Organization. Healthy diet. Fact sheet. 2020. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
3. Zhang X, Lu J, Wu C, et al. Healthy lifestyle behaviours and all-cause and cardiovascular mortality among 0.9 million Chinese adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2021;18(1):162. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01234-4>
4. Romero-Blanco C, Hernández-Martínez A, Parra-Fernández ML, Onieva-Zafra MD, Prado-Laguna MC, Rodríguez-Almagro J. Food addiction and lifestyle habits among university students. *Nutrients*. 2021;13(4):1352. <https://doi.org/10.3390/nu13041352>
5. Cena H, Porri D, De Giuseppe R, Kalmpourtzidou A, Salvatore FP, El Ghoch M, et al. How healthy are health-related behaviors in university students: the HOLISTic Study. *Nutrients*. 2021;13(2):675. <https://doi.org/10.3390/nu13020675>
6. Monserrat-Hernández M, Checa-Olmos JC, Arjona-Garrido Á, López-Liria R, Rocamora-Pérez P. Academic Stress in University Students: The Role of Physical Exercise and Nutrition. *Healthcare*. 2023;11(17): 2401. <https://doi.org/10.3390/healthcare11172401>
7. Mozaffarian D, Ludwig DS. Dietary Guidelines in the 21st Century—a Time for Food. *JAMA*. 2010;304(6):681–682. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1116>
8. Ludwig DS. Technology, Diet, and the Burden of Chronic Disease. *JAMA*. 2011;305(13):1352–1353. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.380>
9. Pantoja Tirado LR, Aguirre Vargas EB. Influencia de los hábitos alimenticios en el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial. *Rev Alpha Centauri* 2025;6(1):35-42. <https://doi.org/10.47422/ac.v6i1.192>
10. León Peña MJ, León Sepúlveda JILS, Núñez Navarrete FC, Henríquez Figueroa S, Cerda-Aedo B, Morales I. Estilos de vida y hábitos alimentarios en estudiantes de una universidad privada de Chillán. *Enferm Investig*. 2025;10(1):65-72. <https://elibrary.ru/item.asp?id=82079230>
11. Maza-Ávila FJ, Caneda-Bermejo MC, Vivas-Castillo AC. Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática de la literatura. *Psicogente*. 2022;25(47), 110-140. <https://doi.org/10.17081/psico.25.47.4861>
12. Cash TF. Body image: past, present, and future. *Body Image*. 2004;1(1):1-5. [https://doi.org/10.1016/S1740-1445\(03\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S1740-1445(03)00011-1)
13. Jiménez Asencio N, Martínez Aguilar DE, García Villamil AE, Hernández Díaz N, Cordero García MA. Percepción de la imagen corporal en relación con el índice de masa corporal en escolares de Chiapas. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2022;28(4). https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC-D-22-0034_manuscrito_final.pdf
14. Hoyos Domingo A, Álvarez Rodríguez A, Pérez de Villar G, Carracedo Añón JM, Marrodán Sedano MD. Percepción corporal y trastorno del comportamiento alimentario en universitarios españoles. *Nutr Clin Diet Hosp*. 2025;45(1). <https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/view/874>
15. García Barragán JA, Santos Pazos DA. Insatisfacción con la imagen corporal y salud mental en estudiantes universitarios: Una revisión sistemática. *Arandu UTIC*. 2025;12(1):2100-2118. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.729>
16. Hernández-López M, Quiñones-Jiménez L, Blanco-Romero AL, Rodríguez-Valverde M. Testing the discrepancy between actual and ideal body image with the Implicit Relational Assessment Procedure (IRAP). *J Eat Disord*. 2021; 9(1), 82. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34238379/>
17. Thompson MA, Gray JJ. Development and validation of a new body-image assessment scale. *J Pers Assess*. 1995; 64(2), 258–269. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6402_6
18. Gardner R, Brown D. Body image assessment: A review of figural drawing scales. *Pers Individ Dif*. 2010; 48(2), 107-111. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.08.017>
19. World Medical Association. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos. Ginebra: World Medical Association; 2024. <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos>
20. Gardner DM, Garfinkel PE. Body image in anorexia nervosa: Measurement theory and clinical implications. *Int J Psychiatry Med*. 1981; 11(3): 263-284. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7309395/>
21. Duno M, Acosta E. Percepción de la imagen corporal en adolescentes universitarios. *Rev Chil Nutr*. 2019; 46(5): 545-553. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000500545>
22. Bodega P, Cos-Gandoy A, Fernández JM, Fernández JR, Moreno LA, Santos-Beneit G. Body image and dietary habits in adolescents: a systematic review. *Nutr Rev*. 2023; 11;82(1):104-127. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37155836/>
23. Garaulet M, Gómez-Abellán P. Timing of food intake and obesity: A novel association. *Physiol Behav*. 2014; 134, 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.01.001>

24. Zahn R, Perry N, Perry E, Mukaetova-Ladinska E. Use of herbal medicines: Pilot survey of UK users' views. *Complement Ther Med.* 2019; 44, 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.02.007>
25. Barry AR. Patients perceptions and use of natural health products. *Can Pharm.* 2018; 151(4), 254-262. <https://doi.org/10.1177/1715163518779409>
26. Hemilä H, Chalker E. Vitamin C as a Possible Therapy for COVID-19. *Infect Chemother.* 2020; 52(2):222. <https://doi.org/10.3947/ic.2020.52.2.222>
27. Pinho L, Brito MFSF, Silva RRV, Messias RB, Silva CSOE, Barbosa DA, Caldeira AP. Perception of body image and nutritional status in adolescents of public schools. *Rev Bras Enferm.* 2019; 72(suppl2):229-235. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0644>
28. Denny KN, Loth K, Eisenberg ME, Neumark-Sztainer D. Intuitive eating in young adults. Who is doing it, and how is it related to disordered eating behaviors? *Appetite.* 2013; 60(1):13-19. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.09.029>
29. Francisco R, Narciso I, Alarcão M. Body image (dis) satisfaction among Portuguese adolescents and adults: Contribution to the validation process of the Contour Drawing Rating Scale. *Rev Iberoam Diagn Evaluación Psicológica.* 2012; 34(1), 61-88. <https://hdl.handle.net/10316/36397>
30. Steinfeld B, Hartmann AS, Waldorf M, Vocks S. Development and initial psychometric evaluation of the Body Image Matrix of Thinness and Muscularity - Female Bodies. *J Eat Disord.* 2020; 8(1), 75. <https://doi.org/10.1186/s40337-020-00345-w>
31. Zuvirie R, Rodríguez M. Psychophysiological reaction to exposure of thin women images in college students. *Rev Mex Trastor Aliment.* 2011; 2 (1): 33-41. <https://journals.iztacala.unam.mx/index.php/amta/article/view/167>
32. Kazarez M, Vaquero CR, Esparza-Ros F. Percepción y distorsión de la imagen corporal en bailarinas españolas en función del curso académico y de la edad. *Nutr Hosp.* 2018; 35(3), 661-668. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112018000300661
33. Bruce LJ, Ricciardelli LA. A systematic review of the psychosocial correlates of intuitive eating among adult women. *Appetite.* 2016; (1); 96:454-472. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.012>

Recibido: 17/12/2025
Aceptado: 01/06/2026

Asociación entre indicadores antropométricos y obesidad abdominal en niños escolares de una escuela primaria en Sonora, México 2025

Adriana Alejandra Márquez Ibarra¹ , Valeria Alejandra Saucedo Salinas¹ ,
Elisa Alejandra Reynoso Pillado¹ , Laura Fernanda Barrera Hernández² , Raquel García Flores² ,
Marco Antonio López Mata¹ , Edith Valbuena Gregorio¹ .

Resumen: Introducción. La acumulación excesiva de grasa abdominal en la infancia se ha convertido en un problema de salud pública. La Circunferencia de Cintura (CC) y el Índice Cintura/Talla (ICT) permiten estimar la adiposidad abdominal, sin embargo, índices derivados como el Índice de Redondez Corporal (BRI) y el Índice de Forma Corporal (ABSI) son propuestos como indicadores complementarios. **Objetivo.** Determinar la asociación entre los indicadores antropométricos y la presencia de obesidad abdominal en niños escolares de una escuela primaria de Sonora, México, durante el año 2025. **Materiales y métodos.** Estudio transversal analítico realizado en 143 estudiantes de 7 a 12 años. Se realizaron mediciones antropométricas estandarizadas y se calcularon BRI y ABSI. La obesidad abdominal se definió mediante ICT (≥ 0.5) y CC ($\geq P90$), utilizados como variables de criterio para el análisis ROC. La normalidad se evaluó con Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk; las asociaciones con correlaciones de Spearman y la capacidad discriminadora mediante área bajo la curva (ABC), sensibilidad, especificidad y punto de corte por el índice de Youden. **Resultados.** El BRI mostró una correlación alta con la CC ($p=0.839$) y muy alta con el ICT ($p=1.000$). En el análisis ROC, el BRI presentó ABC de 0,97 (IC95% 0,933–1,000) frente al ICT y 0,98 (IC95% 0,962–0,998) frente a la CC. El ABSI mostró ABC moderadas de 0,73 (IC95% 0,653–0,822) y 0,76 (IC95% 0,674–0,848), respectivamente. **Conclusiones.** BRI mostró mejor desempeño que el ABSI para identificar obesidad abdominal; debe interpretarse como un indicador complementario y no como un sustituto independiente. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 183-192.**

Palabras clave: antropometría, escolares, obesidad abdominal, índice de redondez corporal, índice de forma corporal.

Abstract: Association between anthropometric indicators and abdominal obesity in schoolchildren at an elementary school in Sonora, Mexico 2025. Introduction. Excessive accumulation of abdominal fat in childhood has become a public health problem. Waist circumference (WC) and the waist-to-height ratio (WHR) allow for the estimation of abdominal adiposity; however, derived indices such as the Body Roundness Index (BRI) and the Abdominal Body Shape Index (ABSI) have been proposed as complementary indicators. **Objective.** To determine the association between anthropometric indicators and the presence of abdominal obesity in schoolchildren at an elementary school in Sonora, Mexico, during the year 2025. **Materials and methods.** An analytical cross-sectional study was conducted among 143 students aged 7 to 12 years. Standardized anthropometric measurements were taken, and BRI and ABSI were calculated. Abdominal obesity was defined using BMI (≥ 0.5) and waist circumference ($\geq P90$), which were used as criterion variables for ROC analysis. Normality was assessed using the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests; associations were evaluated using Spearman's correlation coefficients, and discriminatory ability was assessed using the area under the curve (AUC), sensitivity, specificity, and a cutoff point determined by the Youden index. **Results.** The BRI showed a high correlation with waist circumference ($p = 0.839$) and a very high correlation with the ICT ($p = 1.000$). In the ROC analysis, the BRI had an AUC of 0.97 (95% CI 0.933–1.000) compared with the ICT and 0.98 (95% CI 0.962–0.998) compared with the CC. The ABSI showed moderate AUC values of 0.73 (95% CI 0.653–0.822) and 0.76 (95% CI 0.674–0.848), respectively. **Conclusions.** The BRI outperformed the ABSI in identifying abdominal obesity; it should be interpreted as a complementary indicator rather than an independent substitute. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 183-192.**

Keywords: anthropometry, schoolchildren, abdominal obesity, body roundness index, body shape index.

Introducción

La acumulación excesiva de tejido adiposo abdominal en la población infantil se ha convertido en un problema creciente de salud

pública, debido a su asociación con factores de riesgo cardiometabólicos (RCM) de inicio temprano como la dislipidemia, la hipertensión arterial y la resistencia a la insulina. El progreso de estas alteraciones facilita el desarrollo de patologías crónico-degenerativas, por ejemplo, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. Durante los últimos 10 años, en México se ha presentado un aumento significativo en el peso corporal de escolares, teniendo como resultado que más del 30%

¹Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora, Campus Cajeme, Sonora, México. ²Departamento en Psicología, Instituto Tecnológico de Sonora, México.

Autor para la correspondencia: Edith Valbuena Gregorio, e-mail: edith.valbuena@unison.mx



de esta población vive con sobrepeso u obesidad, reflejando una alta probabilidad de acumulación adiposa abdominal, y consecuentemente un riesgo metabólico asociado (1).

La Circunferencia de Cintura (CC) y el Índice Cintura/Talla (ICT) son indicadores prácticos que permiten estimar la adiposidad abdominal. El valor de corte del ICT detecta la obesidad central con elevada precisión en población infantil de distintas razas, edades y géneros. A pesar de que 0,49 es el valor de corte teórico propuesto, 0,5 es un valor con más exactitud para trastornos metabólicos en escolares, en comparación con la CC, el Índice de Masa Corporal (IMC) y el Índice Cintura/Cadera (ICC) (2). En cuanto a la circunferencia cintura, en un estudio se demostró que tomar la medición de la CC a partir de la cicatriz umbilical en niños, se relaciona estrechamente con el tejido adiposo intraabdominal (3). Actualmente no existe un consenso sobre los puntos de corte de la circunferencia cintura, pero se ha tomado como referencia el percentil ≥ 90 como obesidad abdominal y riesgo de enfermedades cardiometabólicas (4), ya que la grasa visceral se aloja en la parte abdominal y es lo que conlleva a problemas de salud, principalmente en edades tempranas (5).

En este contexto, diversos estudios han evaluado la utilidad de los indicadores antropométricos para identificar la obesidad abdominal en población infantil. Domingo-Boli et al. analizaron a niños de 10 a 13 años de escuelas públicas de Yucatán, México, utilizando el índice cintura-talla (ICT) como indicador de adiposidad central. Los autores clasificaron el ICT en tres categorías: sin riesgo ($< 0,5$), riesgo aumentado ($0,5-0,6$) y riesgo muy alto ($> 0,6$). Los resultados mostraron que cerca del 50% de los escolares presentaron valores elevados de ICT, mientras que aproximadamente el 65% de los niños con obesidad exhibieron niveles altos o muy altos de este indicador, lo que evidencia la utilidad del ICT para identificar acumulación excesiva de grasa abdominal en la población escolar (6).

De manera similar, una investigación realizada en escolares de 8 a 11 años pertenecientes a 20 escuelas públicas de España encontró que tanto el ICT como la circunferencia de cintura (CC) presentaron una asociación comparable con diversos factores relacionados con la adiposidad central, lo que respalda su uso como herramientas antropométricas para la identificación de obesidad abdominal durante la infancia (7). Sin embargo, aunque estos indicadores son ampliamente utilizados debido a su simplicidad y bajo costo, en los últimos años han surgido nuevos índices antropométricos que buscan mejorar la evaluación de la distribución de la grasa corporal y la detección de obesidad abdominal en niños y adolescentes (8).

Entre estos indicadores se encuentra el Índice de Forma Corporal (ABSI, por sus siglas en inglés), el cual integra la circunferencia de cintura, el peso y la estatura para estimar la distribución de la grasa corporal. Este índice ha sido propuesto como una herramienta complementaria para la evaluación de la obesidad central; no obstante, la evidencia disponible en población infantil aún es limitada. A pesar de ello, un estudio realizado en escolares iraníes de 7 a 18 años encontró una asociación significativa entre el ABSI y la presencia de sobrepeso, obesidad y obesidad abdominal, sugiriendo que este indicador podría contribuir a una mejor identificación de alteraciones en la composición corporal relacionadas con la acumulación de grasa abdominal (11).

Por otra parte, el Índice de Redondez Corporal (BRI, por sus siglas en inglés) constituye una propuesta más reciente para estimar la adiposidad corporal y el tejido adiposo visceral a partir de la circunferencia de cintura y la estatura (12). Diversas investigaciones han señalado que este indicador presenta una adecuada capacidad para identificar exceso de grasa abdominal, por lo que ha despertado un creciente interés en el ámbito de la evaluación nutricional pediátrica. En escolares estadounidenses de 8 a 17 años, el BRI mostró una buena capacidad para discriminar alteraciones asociadas con la adiposidad, lo que respalda su potencial utilidad en la identificación temprana de obesidad abdominal (13).

A pesar de los avances en el desarrollo de estos indicadores, la evidencia disponible sobre su aplicación en población escolar mexicana continúa siendo limitada. Por ello, resulta pertinente analizar

la asociación entre indicadores antropométricos tradicionales, como la circunferencia de cintura y el índice cintura-talla, así como indicadores emergentes como el ABSI y el BRI, con la obesidad abdominal en niños escolares. La comparación de estos índices permitirá generar evidencia sobre su utilidad para identificar adiposidad central en esta población y contribuirá al fortalecimiento de las estrategias de evaluación nutricional dirigidas a la detección oportuna de la obesidad abdominal durante la infancia.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio determinar la asociación entre los indicadores antropométricos y la presencia de obesidad abdominal en niños escolares de una escuela primaria de Sonora, México, durante el año 2025.

Materiales y métodos

La presente investigación corresponde a un estudio transversal analítico con enfoque cuantitativo. La población de estudio incluyó la totalidad de los escolares de 7 a 12 años, de ambos sexos, inscritos en una escuela primaria de Ciudad Obregón, Sonora, México, conformada por 143 participantes. Las mediciones se realizaron durante el ciclo escolar septiembre-diciembre de 2025. La información se recogió siguiendo el protocolo internacional estandarizado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (14).

Se consideraron como criterios de inclusión a aquellos niños que asistían regularmente a la escuela primaria, cuyos padres o tutores firmaron un consentimiento informado, así como un asentimiento informado por parte de las niñas y los niños, además de quienes estaban dispuestos a participar en el estudio. Como criterios de exclusión no se consideraron a niños con enfermedades crónicas diagnosticadas que pudieran alterar las medidas antropométricas, así como aquellos que no contaran con todas las medidas antropométricas.

La medida del peso en kilogramos se obtuvo mediante una báscula marca Tanita BF-2000 Ironkids, la cual tiene un rango de peso de hasta 150 kg con una precisión de 100 g o 0,1%, y un rango de edad de 5 a 17 años. Al realizar esta medición se le pidió al niño que se limpiara las plantas de los pies con una toallita que se le proporcionó, que estuviera en posición recta y relajado, así mismo se

cuidó que las rodillas las mantuviera estiradas y sin moverse sobre la báscula (15).

La talla se midió en centímetros utilizando un estadiómetro portátil de la marca Avanutri 315 con un rango de medición 20-210 cm. Para realizar la medición se le pidió al niño que estuviera descalzo y descubrirse la cabeza. Además, se le pidió que estuviera con los brazos relajados a los costados, los talones bien pegados hasta el tope del estadiómetro y mantenidos unidos y las puntas de los pies en forma de V, las rodillas derechas; la espalda, piernas, glúteos y cabeza pegados a la pared, la cabeza se orientó según el plano de Frankfurt (15). Se midió circunferencia de cintura con una cinta antropométrica de la marca Lufkin con una escala de 0 a 200 cm. Esta medida se tomó con el niño parado, con los pies un poco separados y el abdomen relajado. Se le pidió que cruzara los brazos y se colocó la cinta alrededor de la cicatriz umbilical (16), aunque esta localización difiere del punto anatómico recomendado por ISAK, se eligió la medición a nivel cicatriz umbilical por ser una técnica más factible en el ámbito escolar y menos invasiva en población pediátrica. Al niño se le pidió que inhalara y exhalara para tener mayor precisión en la medida (3). A partir del peso y la talla se calculó el índice de masa corporal, utilizando la fórmula $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla (m)}^2$ (17).

Los puntos de corte utilizados para ICT son los descritos por Valle-Leal J, et al. (18): un $ICT < 0.50$ sin obesidad visceral, $ICT \geq 0.50$ presencia de obesidad visceral con el riesgo de sufrir complicaciones metabólicas, para la circunferencia cintura se tomó como referencia los puntos de corte de Vargas ME, et al (19) y se consideró el percentil ≥ 90 con obesidad abdominal como referencia para el análisis mediante curvas ROC.

Para determinar el índice de forma corporal (ABSI) se consideró a la cintura, el peso corporal y el IMC, utilizando la fórmula $ABSI = \frac{CC}{\text{Talla} \times 1/2 \times IMC^{2/3}}$. Mientras que, para el

índice de redondez corporal (BRI) se consideró la combinación de la talla y la circunferencia cintura en la fórmula $BRI = 364,2 - 365,5 \sqrt{1 - \frac{CC / (2\pi)^2}{(0,5 \times \text{Talla})^2}}$ (20).

La determinación de todas las medidas se realizó por duplicado.

Consideraciones éticas

El presente proyecto fue aprobado por el Comité Institucional de Ética del Instituto Tecnológico de Sonora con número de registro 491. A todos los participantes se les solicitó previamente la hoja de consentimiento informado firmada por su padre o tutor, en la cual aceptaban que su hijo/a formará parte de la investigación, así mismo, se solicitó el consentimiento informado del menor. El estudio se realizó siguiendo los lineamientos del Código de Ética Médica de Nuremberg (21) y los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki para la investigación médica en seres humanos, asegurando un riesgo mínimo para los participantes (22). Se obtuvo la aprobación previa por parte de la dirección de la institución educativa. La confidencialidad de los datos personales fue plenamente garantizada en todas las etapas del estudio, y la documentación correspondiente se encuentra archivada bajo resguardo de los investigadores.

Análisis estadístico

La distribución de las variables cuantitativas se evaluó mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Las características generales de la población fueron reportadas en media y desviación estándar. Para comparar las medias entre niños y niñas se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, considerando una significancia estadística de $p < 0,05$. Debido a que las variables no presentaron distribución normal, las asociaciones entre los indicadores antropométricos se evaluaron mediante el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). La magnitud de las correlaciones se interpretó como muy alta ($\rho = 0,90$ a $1,00$), alta ($\rho = 0,70$ a $0,90$), moderada ($\rho = 0,50$ – $0,70$), baja ($\rho = 0,30$ – $0,50$) e insignificante ($\rho \leq 0,30$).

La capacidad discriminativa de los indicadores antropométricos BRI y ABSI se evaluó mediante curvas ROC, utilizando como variables criterio una circunferencia de cintura $\geq$ percentil 90 y un índice cintura-talla $\geq 0,50$. Se estimaron el

área bajo la curva, la sensibilidad y la especificidad de ambos indicadores para la identificación de obesidad abdominal.

El área bajo la curva (ABC), los puntos de corte e intervalos de confianza, como la sensibilidad y especificidad fueron calculadas utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics v.23, asumiendo un intervalo de confianza del 95%. Para definir el punto de corte de los índices antropométricos, se utilizó el índice de Youden.

Resultados

Se evaluaron en total 143 niños de los cuales, el 44,8% ($n=64$) lo conformaron hombres y el 55,2% ($n=79$) mujeres. Se presentó una edad promedio de $8,65 \pm 1,48$ años, un peso de $34,00 \pm 11,83$ kg, una talla de $134,16 \pm 11,27$ cm, un IMC de $18,43 \pm 4,01$ y una circunferencia de cintura de $65,42 \pm 11,75$ cm, ver Tabla 1.

En el análisis de correlación de Spearman en la población total de estudio como en ambos sexos, se observaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas ($p < 0,01$). Se encontró una correlación positiva y alta del índice BRI con la circunferencia cintura ($\rho = 0,826$ – $0,858$),

Tabla 1. Características generales de la población.

Indicador	Total (n = 143)	Niñas (n = 79)	Niños (n = 64)	Valor p
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	
Edad (años)	8,65 $\pm$ 1,48	8,83 $\pm$ 1,48	8,43 $\pm$ 1,47	0,11
Peso (kg)	34,00 $\pm$ 11,83	34,87 $\pm$ 13,29	32,91 $\pm$ 9,72	0,32
Talla (cm)	134,16 $\pm$ 11,27	135,74 $\pm$ 12,11	132,20 $\pm$ 9,88	0,05
IMC (kg/m ²)	18,43 $\pm$ 4,01	18,38 $\pm$ 4,33	18,49 $\pm$ 3,61	0,86
CC (cm)	65,42 $\pm$ 11,75	65,63 $\pm$ 12,20	65,16 $\pm$ 11,26	0,81
ICT	0,47 $\pm$ 0,06	0,48 $\pm$ 0,06	0,49 $\pm$ 0,06	0,41
BRI	2,87 $\pm$ 1,02	3,12 $\pm$ 1,34	3,29 $\pm$ 1,32	0,46
ABSI	0,10 $\pm$ 0,00	0,11 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,01	0,13

IMC: Índice de Masa Corporal; CC: Circunferencia de Cintura; ICT: Índice Cintura/Talla; BRI: Índice de Redondez Corporal; ABSI: Índice de Forma Corporal. Los valores de p corresponden a la comparación entre niñas y niños mediante la prueba t de Student para muestras independientes.

pero la correlación fue positiva y muy alta con el BRI - índice cintura-talla ($p=1,000$). En este mismo sentido, el ABSI mostró correlación positiva alta con circunferencia cintura ($p=0,707-0,746$), pero al correlacionar el ABSI - ICT la correlación fue de magnitud baja ($p=0,383-0,418$). Al dividir el grupo por sexos se observó la misma tendencia, teniendo correlaciones más altas el BRI - CC/ICT que ABSI - CC/ICT (Tabla 2).

En la figura 1, se muestra el análisis de acuerdo con la curva ROC de los indicadores antropométricos utilizando como variable de referencia el ICT. Encontrando que el índice BRI presentó un desempeño excelente ($ABC = 0,97$) en comparación al índice ABSI ($ABC = 0,73$), así mismo el BRI mostró mejor sensibilidad (97%) y especificidad (99%) que el ABSI (sensibilidad 76% y especificidad 65%). El punto de corte determinado a través del índice de Youden para el BRI fue de 3,41 y para ABSI de 0,10, en ambos índices se observó una diferencia significativa ($p<0,05$).

Para evaluar la capacidad discriminatoria de los índices antropométricos BRI y ABSI, de acuerdo con los resultados mostrados en la figura 2, el índice BRI presentó un ABC sobresaliente (0,98), prácticamente idéntico al ABC cuando el referente tomado fue el ICT. Además, también presentó una excelente discriminación del riesgo cardiometabólico basado en cintura de acuerdo con la sensibilidad (96%) y especificidad (92%). Mostrando que es un marcador alternativo fiable frente a la CC. En comparación, el ABSI, obtuvo un desempeño moderado ($ABC 0,76$). Asimismo, mostró que su discriminación es aceptable, pero claramente inferior a BRI e ICT con una

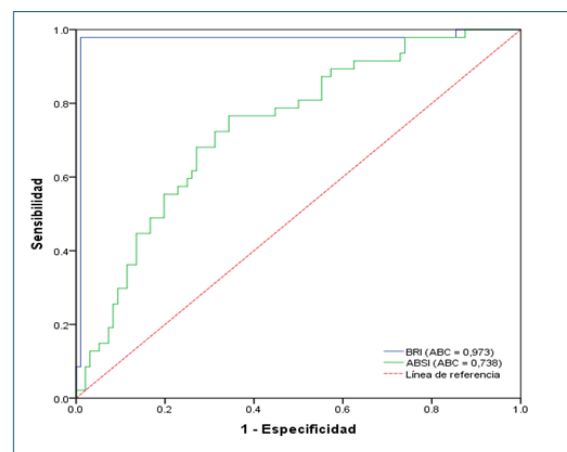


Figura 1. Precisión diagnóstica del ABSI y del BRI para identificar obesidad abdominal medida como ICT >0,5

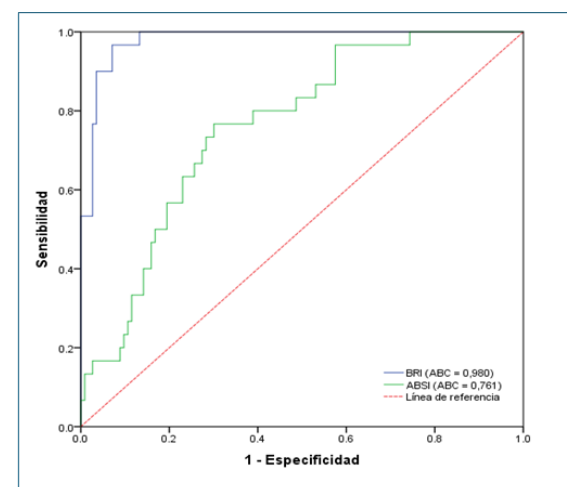


Figura 2. Precisión diagnóstica del ABSI y del BRI para identificar obesidad abdominal medida como CC > p90

Tabla 2. Correlación de Spearman entre índices antropométricos ABSI y BRI con circunferencia cintura e índice cintura-talla.

Sexo	Variables	BRI	ABSI	Circunferencia de cintura (cm)	ICT
Niñas (n=79)	BRI	1,000	0,383**	0,826**	1,000**
	ABSI	0,383**	1,000	0,707**	0,383**
Niños (n=64)	BRI	1,000	0,418**	0,858**	1,000**
	ABSI	0,418**	1,000	0,746**	0,418**
Total (n=143)	BRI	1,000	0,385**	0,839**	1,000**
	ABSI	0,385**	1,000	0,720**	0,385**

BRI: Índice de Redondez Corporal; ABSI: Índice de Forma Corporal; ICT: Índice cintura-talla. Los valores corresponden al coeficiente de correlación de Spearman (p). $p < 0,001$ (bilateral).

sensibilidad y especificidad alrededor de 76% y 69%. El punto de corte calculado por medio del índice de Youden para el BRI fue de 3,88 y para ABSI de 0,11, valores similares al referente BRI, ABSI-ICT (3,41 y 0,10, respectivamente) en ambos índices se observó una diferencia significativa ($p<0,05$).

Al realizar el análisis de las características operativa del receptor (ROC) por sexo, se observó que el BRI tiene mejor ABC tanto en las niñas como en los niños (ICT=1,00 y 0,93; CC=0,97 y 0,98 respectivamente) en

Tabla 3. Análisis de las características operativa del receptor (ROC) por sexo asumiendo el diagnóstico obesidad abdominal definida por ICT $\geq 0,50$ y CC $\geq P90$ (n = 143)

Indicador	ABC (IC 95%)	PC	Sensibilidad (%) (IC 95%)	Especificidad (%) (IC 95%)	LR+	LR-	Valor p
ICT							
Niñas-BRI	1,00	3,37	1,00 (0,93 – 1,00)	1,00 (0,85 – 1,00)	∞	0	0,0001
Niñas-ABSI	0,74	0,11	0,85 (0,73 – 0,93)	0,58 (0,36 – 0,77)	2,05	0,24	0,00005
Niños-BRI	0,93	3,46	0,95 (0,78 – 0,99)	0,97 (0,87 – 0,99)	39,2	0,04	0,0001
Niños-ABSI	0,75	0,10	0,65 (0,42 – 0,83)	0,82 (0,67 – 0,92)	3,82	0,41	0,0009
CC							
Niñas-BRI	0,97	3,51	0,87 (0,76 – 0,99)	1,00 (0,78 – 1,00)	∞	0,12	0,0001
Niñas-ABSI	0,75	0,11	0,81 (0,69 – 0,89)	0,66(0,383 – 0,881)	2,43	0,28	0,0018
Niños-BRI	0,98	4,10	0,97 (0,89 – 0,99)	1,00 (0,782 – 1,00)	∞	0,02	0,0001
Niños-ABSI	0,77	0,10	0,77 (0,63 – 0,88)	0,73 (0,44 – 0,92)	2,9	0,30	0,0012

AUC: área bajo la curva (Intervalo de Confianza al 95%), p-valor: <0,05 IC: Intervalo de Confianza; PC: Punto de Corte; Verosimilitud positivo (LR+) y negativo (LR-); ICT: índice cintura-talla; CC: circunferencia cintura; BRI: Índice de Redondez Corporal; ABSI: Índice de Forma Corporal.

comparación al ABSI (ICT=0,74 y 0,75; CC=0,75 y 0,77 respectivamente). De igual manera la sensibilidad y especificidad fue más alta en el índice BRI en ambos sexos (Tabla 3).

Discusión

El presente estudio evaluó la precisión diagnóstica de dos indicadores antropométricos, el BRI y el ABSI, en comparación con los indicadores tradicionales como el ICT y la CC para identificar obesidad abdominal en escolares. Los resultados muestran de manera consistente que el BRI posee una capacidad discriminatoria excelente, mientras que el ABSI presenta un rendimiento únicamente moderado.

Los resultados anteriores coinciden con un estudio que incluyó a 1,587 participantes chinos de entre 3 y 17 años, que subdividía a la población en dos grupos: de 3 a 6 años y de 7

a 17 años, que fueron comparados relacionando el ICT, la CC y distintos indicadores antropométricos. Para el grupo de 3 a 6 años, el BRI mostró un coeficiente de correlación de 0,99 con el ICT, indicando una correlación positiva sólida y estadísticamente significativa ($p < 0,001$). De manera similar en el grupo de 7 a 17 años, el BRI también presentó una correlación altamente positiva con el ICT, teniendo un coeficiente de 0,99 ($p < 0,001$). Para la CC, el BRI obtuvo un coeficiente de correlación de 0,92 ($p < 0,001$) en el subgrupo de menor edad y un resultado de 0,94 ($p < 0,001$) en otro subgrupo. En contraste, el ABSI mostró una correlación regular con el ICT en ambos grupos etarios de 0,33 (3 a 6 años) y 0,40 (7 a 17 años), siendo estos resultados estadísticamente significativos ($p < 0,001$). En lo que respecta al ABSI al correlacionarlo con la CC, el ABSI obtuvo un coeficiente de correlación regular de 0,31 en el subgrupo de menor edad y de 0,41 en el de mayor edad, ambos con $p < 0,001$, indicando resultados estadísticamente significativos (23).

Un estudio realizado en 113 niños de 6 a 18 años donde se evaluó la efectividad de los índices BRI y ABSI con

IMC y CC para identificar el sobrepeso y obesidad. Los autores encontraron una correlación positiva y fuerte entre el BRI-IMC y CC ($r=0,92$, $p<0,001$; $r=0,88$, $p<0,001$ respectivamente) en comparación al ABSI-IMC y CC que mostró una correlación débil ($r=0,88$, $p<0,001$; $r=0,30$, $p=0,002$ respectivamente). Además, el BRI presentó mejor sensibilidad y especificidad (BRI=91,2% y 85,6% vs ABSI=72,5% y 78,3%) para identificar el sobrepeso y obesidad. En ese mismo sentido el índice que presentó mejor ABC de acuerdo con el análisis de la curva ROC fue el BRI (ABC=0,936) en comparación al ABSI (ABC=0,784) (24), lo anterior concuerda con los resultados de nuestro estudio.

En otro estudio realizado en niños y adolescentes entre 6 y 14 años de Wuxi (China) compararon el rendimiento predictor del BRI con mediciones antropométricas tradicionales como el IMC, CC e ICT, mediante análisis ROC en tres umbrales de Parámetro de Atenuación Controlada (CAP, prueba para medir la cantidad de grasa en hígado), el BRI obtuvo ABC altas y estables (0,926–0,929) en todos los umbrales, frente a los índices antropométricos tradicionales como el IMC (0,925–0,937), la CC (0,908 – 0,934) e ICT (0,926–0,928). Si bien en el presente estudio no se evaluó la cantidad de grasa hepática, grasa visceral ni variables bioquímicas, los hallazgos del estudio realizado en Wuxi respaldan la pertinencia del uso del BRI en población pediátrica, ya que este índice ha demostrado utilidad como una herramienta de tamiz frente a desenlaces relacionados con adiposidad metabólicamente importante (25). Sin embargo, su interpretación debe realizarse con precaución, debido a que el BRI incorpora en su fórmula la circunferencia de cintura y la talla, por lo que su alta concordancia con el ICT y la CC puede derivar parcialmente de una colinealidad matemática inherente a sus componentes compartidos. En este sentido, nuestros resultados no permiten afirmar que el BRI diagnostique grasa visceral, pero sí aportan evidencia de su valor como un indicador antropométrico complementario para identificar obesidad abdominal en escolares.

En cuanto al índice antropométrico ABSI, encontramos una capacidad discriminativa moderada para identificar obesidad abdominal en nuestra población, este hallazgo concuerda con lo reportado por Todorova (10) quien en un estudio de revisión sistemática concluyó que la capacidad discriminativa del ABSI en población pediátrica es variable y aun incierta. Por lo que, aunque el ABSI ha sido propuesto como un índice relacionado con la forma corporal y la adiposidad central, su utilidad en escolares debe interpretarse con

reserva, principalmente porque el crecimiento y los cambios alométricos propios de la infancia pueden modificar la relación entre cintura, talla, IMC y distribución de grasa corporal.

La evidencia disponible sobre el uso del ABSI como indicador de obesidad abdominal en población pediátrica aún es limitada. La mayoría de los estudios no han evaluado este indicador como criterio directo de adiposidad abdominal en escolares, sino como un índice antropométrico relacionado con la forma corporal y con desenlaces como riesgo cardiometabólico, síndrome metabólico, presión arterial elevada o marcadores metabólicos en niños y adolescentes. Desde esta perspectiva, Mameli et al. (26) reportaron que el ABSI se asoció con algunos marcadores cardiometabólicos en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad; sin embargo, su desempeño no fue consistentemente superior al de indicadores como el IMC. De manera similar, Ge et al. (27) observaron que el ABSI no superó a indicadores tradicionales como el IMC y la circunferencia de cintura para predecir presión arterial elevada en población pediátrica. Más recientemente, Hu et al., (28) en el estudio EMSNGS realizado en niños y adolescentes de 6 a 17 años, encontraron que el BRI se asoció significativamente con un mayor riesgo cardiometabólico, mientras que el ABSI no mostró una asociación significativa.

Estos antecedentes coinciden con lo señalado por Todorova, quien en una revisión sistemática concluyó que la capacidad discriminativa del ABSI en niños y adolescentes es variable y aún incierta. Por lo tanto, los resultados del presente estudio, donde el ABSI mostró una capacidad discriminativa moderada para identificar obesidad abdominal definida mediante $ICT \geq 0,50$ y $CC \geq P90$, son congruentes con la evidencia previa. Aunque el ABSI puede aportar información complementaria sobre la forma corporal, su utilidad en escolares debe interpretarse con precaución, debido a que el crecimiento, la maduración biológica y los cambios alométricos propios de la infancia pueden modificar la relación entre circunferencia de cintura, talla, IMC y distribución de grasa corporal.

Limitaciones y fortalezas del estudio

Entre las limitaciones del estudio se reconoce, que la muestra procede de una sola escuela primaria, por lo que los resultados no deben generalizarse a toda la población escolar mexicana. Asimismo, aunque el tamaño de la muestra permitió realizar los análisis propuestos, este se reduce al dividir la población por sexo, lo que puede reducir la precisión de las estimaciones y ampliar la incertidumbre de los puntos de corte obtenidos mediante curvas ROC. Por ello, los resultados estratificados por sexo deben interpretarse con cautela y considerarse como evidencia exploratoria.

Otra limitación importante es que no se incluyeron mediciones clínicas, bioquímicas ni instrumentales de composición corporal. En consecuencia, los hallazgos del presente estudio no permiten establecer algún riesgo como cardiometabólico, sino únicamente identificar obesidad abdominal definida mediante criterios antropométricos, como $ICT \geq 0,50$ y $CC \geq P90$. Adicionalmente no se controlaron variables potencialmente confusoras como el estadio de maduración biológica o puberal y el nivel socioeconómico, factores que pueden influir en la distribución de la grasa corporal durante esta etapa. Por ello futuros estudios debe considerar estas variables para fortalecer la interpretación de indicadores antropométricos alternativos en población escolar.

Finalmente, debe considerarse que el BRI y el ABSI comparten componentes matemáticos con los indicadores utilizados como variables criterio, principalmente la circunferencia de cintura, la talla, el peso o el IMC. Por esta razón, las correlaciones elevadas y las áreas bajo la curva observadas, especialmente para el BRI, pueden estar parcialmente explicadas por colinealidad matemática. En este sentido, el BRI debe interpretarse como un indicador antropométrico complementario para la evaluación de obesidad abdominal en escolares, y no como un sustituto independiente de la CC o del ICT.

Entre las fortalezas del estudio destaca que se aporta evidencia local sobre el comportamiento de indicadores antropométricos tradicionales y derivados para identificar obesidad abdominal en escolares mexicanos, una población en la

que aún existe información limitada sobre el uso del BRI y el ABSI. Asimismo, las mediciones antropométricas fueron realizadas bajo procedimientos estandarizados y por duplicado, lo que favorece la calidad de los datos obtenidos.

Otra fortaleza es que el estudio comparó indicadores ampliamente utilizados en la práctica clínica y epidemiológica, como la CC y el ICT, con índices antropométricos alternativos como el BRI y el ABSI. Asimismo, el análisis incluyó correlaciones y curvas ROC, lo que permitió estimar el área bajo la curva, sensibilidad, especificidad y puntos de corte. Lo que proporciona una evaluación más completa del desempeño discriminativo de estos índices antropométricos para identificar obesidad abdominal.

Finalmente, aunque el análisis por sexo reduce el tamaño de muestra de cada subgrupo, también permite observar el comportamiento diferencial de los indicadores en niñas y niños, lo cual representa un aporte exploratorio útil para futuras investigaciones con muestras más grandes. Al mismo tiempo, los hallazgos contribuyen a la discusión sobre el uso de herramientas antropométricas simples, no invasivas y de bajo costo para la evaluación de adiposidad abdominal en población escolar y en ámbitos comunitarios.

Conclusiones

El BRI demostró una excelente capacidad discriminativa para identificar obesidad abdominal en escolares de 7 a 12 años, definida mediante $ICT \geq 0,50$ y $CC \geq P90$, mientras que el ABSI presentó un rendimiento moderado. Lo anterior sugiere que el BRI puede ser un indicador antropométrico complementario para la detección de obesidad abdominal en población escolar; no obstante, su interpretación debe realizarse con precaución debido a su relación con la circunferencia de cintura y talla.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las autoridades, docentes y estudiantes participantes, así como a sus padres y/o tutores, por su disposición y colaboración para la realización de esta investigación.

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

AAMI, LFBH, MALM, EVG: Conceptualización, investigación, Metodología, Análisis e interpretación de los datos, redacción, revisión y edición.

VASS: Investigación, metodología, análisis e interpretación de los datos, redacción, revisión y edición.

EARP: Investigación, metodología, análisis e interpretación de los datos, redacción, revisión y edición.

RGF: Conceptualización, redacción, revisión y edición.

Referencias

- Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Gaona-Pineda EB, Valenzuela-Bravo DG, Méndez-Gómez-Humarán I, Ávila-Arcos MA. Childhood obesity in Mexico: influencing factors and prevention strategies. *Front Public Health*. 2022; 10:949893. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.949893>
- Eslami M, Pourghazi F, Khazdouz M, Tian J, Pourrostami K, Esmaeili-Abdar Z, et al. Optimal cut-off value of waist circumference-to-height ratio to predict central obesity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of diagnostic studies. *Front Nutr* 2023; 9:985319. doi:10.3389/fnut.2022.985319.
- Ballén-Torres AM, Elvia-Viscarra ML, Guardado-Mendoza R, Muñoz-López DB, Lozada-Hernández EE, Meneses-Rojas LF. Correlation and comparison between different measurement sites of waist circumference and cardiovascular risk in children: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Hosp*. 2024;41(5):1105-1115. <https://doi.org/10.20960/nh.05144>
- Bauce GJ. Circunferencia de cintura: un indicador de sobrepeso y obesidad. *Rev Digit Postgrado*. 2023;12(2): e365. <https://doi.org/10.37910/RDP.2023.12.2.e365>
- Rodríguez-Vargas N, Fernández-Britto JE, Martínez-Pérez TP, et al. Índice cintura/estatura en niños de 7 a 11 años con alto peso al nacer y su relación con el sexo, la edad y la dieta. *Clin Investig Arterioscler*. 2018;30(4):155-162. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2017.12.006>
- Domingo-Bolio V, Medina-Vera I, Shamah-Levy T, Moreno-Macías L, Avila-Nava A. Evaluation of cardiovascular risk by waist-to-height ratio in school-age children. *Metab Syndr Relat Disord*. 2021;19(10):531-536. <https://doi.org/10.1089/met.2021.0048>
- Arellano-Ruiz P, García-Hermoso A, García-Prieto JC, Sánchez-López M, Martínez-Vizcaíno V, Solera-Martínez M. Predictive ability of waist circumference and waist-to-height ratio for cardiometabolic risk screening among Spanish children. *Nutrients*. 2020;12(2):415. <https://doi.org/10.3390/nu12020415>
- Xie L, Kim J, Almandoz JP, Clark J, Mathew MS, Cartwright BR, et al. Anthropometry for predicting cardiometabolic disease risk factors in adolescents. *Obesity* 2024;32(8):1558-1567. doi:10.1002/oby.24090.
- Leone A, Vizzuso S, Brambilla P, Mameli C, Ravella S, De Amicis R, et al. Evaluation of different adiposity indices and association with metabolic syndrome risk in obese children: is there a winner? *Int J Mol Sci* 2020;21(11):4083. doi:10.3390/ijms21114083.
- Todorova SA. Application of a body shape index as an anthropometric predictor of cardiometabolic risks in children and adolescents: systematic review. *Sovremennye Tehnol Med* 2024;16(5):54-60. <https://doi.org/10.17691/stm2024.16.5.06>
- Kasaeian A, Hemati Z, Heshmat R, Baygi F, Heshmati J, Mahdavi-Gorabi A, et al. Erratum to: Association of a body shape index and hip index with cardiometabolic risk factors in children and adolescents: the CASPIAN-V study. *J Diabetes Metab Disord*. 2021;20(2):2135. doi:10.1007/s40200-021-00792-5.
- Rico-Martín S, Calderón-García JF, Sánchez-Rey P, et al. Effectiveness of body roundness index in predicting metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2020;21(7):e13023. <https://doi.org/10.1111/obr.13023>
- Jahan A, Abdullah MM, Frank R, et al. Body roundness index is a stronger predictor of cardiometabolic risk than body mass index in children between ages 8 to 17 years. *J Pediatr*. 2026; 288:114826. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2025.114826>
- Marfell-Jones M, Vaquero-Cristóbal R, Esparza-Ros F. International standards for anthropometric assessment. *ISAK*; 2019.
- Valbuena E, Márquez A, Olivas F, Caraveo L. Mediciones y fórmulas antropométricas. Universidad de Sonora; 2023. <https://doi.org/10.47807/UNISON.439>
- Ballén-Torres AM, Elvia-Viscarra ML, Guardado-Mendoza R, Muñoz-López DB, Lozada-Hernández EE, Meneses-Rojas LF. Correlation and comparison between different measurement sites of waist circumference and cardiovascular risk in children: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Hosp*. 2024;41(5):1105-1115. doi:10.20960/nh.05144.
- World Health Organization. Growth reference data for 5–19 years. Geneva: WHO; 2007 <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years>
- Valle-Leal J, Abundis-Castro L, Hernández-Escareño J, Flores-Rubio S. Índice cintura-estatura como indicador de riesgo metabólico en niños. *Rev Chil Pediatr*. 2016;87(3):180-185. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.10.011>
- Vargas ME, Souki A, Ruiz G, García D, Mengual E, González CC, et al. Percentiles de circunferencia de cintura en niños y adolescentes del municipio Maracaibo del Estado Zulia, Venezuela. *An Venez Nutr* 2011;24(1):13-20. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522011000100003&lng=es
- Bilgin Göçer D, Baş M, Çakır Biçer N, Hajhamidiasl L. Predicting metabolic syndrome by visceral adiposity index, body

- roundness index, dysfunctional adiposity index, lipid accumulation product index, and body shape index in adults. *Nutr Hosp.* 2022. <https://doi.org/10.20960/nh.03966>
21. Nuremberg Military Tribunals. The Nuremberg Code. In: Trials of war criminals before the Nuremberg military tribunals under Control Council Law No. 10. 1949 https://research.unc.edu/human-research-ethics/resources/ccm3_019064/
 22. World Medical Association. Declaración de Helsinki de la AMM – principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos [Internet]. 2024 [citado 2 feb 2026]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
 23. Chen R, Ji L, Chen Y, Meng L. Weight-to-height ratio and body roundness index are superior indicators to assess cardio-metabolic risks in Chinese children and adolescents: compared with body mass index and a body shape index. *Transl Pediatr.* 2022;11(3):318-329. <https://doi.org/10.21037/tp-21-479>
 24. Brinda JB, Thomas NM, Suresh P. Body roundness index, a body shape index, conicity index as alternate non-traditional anthropometric tools to identify overweight and obesity in children between 6–18 years of age: a cross-sectional observational study. *Int J Environ Sci.* 2025 ;11(14s):683-689. <https://doi.org/10.64252/45pwjw13>
 25. Fan M, Tang C, Lin S, Zhang J, Zheng X, Zhu L, et al. Comparative performance of multiple novel obesity indices for MAFLD screening in Chinese children: the body roundness index as a practical predictor. *Front Med* 2026; 13:1773506. <https://doi.org/10.3389/fmed.2026.1773506>
 26. Mameli C, Krakauer NY, Krakauer JC, Bosetti A, Ferrari CM, Moiana N, et al. The association between a body shape index and cardiovascular risk in overweight and obese children and adolescents. *PLoS One.* 2018;13(1): e0190426. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190426>
 27. Ge W, Yi L, Xiao C, Xiao Y, Liu J, Liang F, et al. Effectiveness of a body shape index in predicting pediatric high blood pressure. *Pediatr Res* 2022;92(3):871-879. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01844-5>
 28. Hu Q, Xu Z, Su Z, Li Z, Zhao X, Pan L, et al. Body roundness index outperforms traditional obesity metrics in predicting cardiometabolic risk among children and adolescents: the EMSNGS study. *Front Nutr.* 2026; 13:1760511. [doi:10.3389/fnut.2026.1760511](https://doi.org/10.3389/fnut.2026.1760511).

Recibido: 21/02/2026
 Aceptado: 23/06/2026

Efecto de una intervención nutricional integral en el riesgo cardiovascular de trabajadores petroleros

Gerald Díaz¹ , Pablo Hernández² .

Resumen: Introducción. El riesgo cardiometabólico y la alta prevalencia de sobrepeso/obesidad en trabajadores de la industria petrolera en Venezuela demandan intervenciones efectivas en el estilo de vida. **Objetivo.** Evaluar el efecto de un plan de intervención nutricional integral sobre el riesgo cardiovascular en trabajadores de la Industria Petrolera de Valencia, Venezuela.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio cuasi-experimental (pretest-posttest) con 28 sujetos (78,6% femenino). La intervención consistió en 12 semanas de educación nutricional, entrenamiento físico y apoyo psicológico. Las variables incluyeron antropometría, bioquímicos, evaluación de la calidad dietética y actividad física. Se emplearon la prueba t de Student y Chi cuadrado para las comparaciones pre-post, con 95% de confianza. **Resultados.** La prevalencia de sobrepeso/obesidad inició en 92,9% y culminó en 89,3% y hubo una disminución significativa en la sumatoria de pliegues cutáneos (-33,8 mm; $p=0,006$) y en el porcentaje de tejido graso (-2,9%; $p=0,042$), con mantenimiento del índice de masa libre de grasa (+0,3; $p=0,636$). Se redujo significativamente la Apolipoproteína B (-12,2 mg/dL, $p=0,015$) y la glucemia en ayuno (-7,8 mg/dL; $p=0,033$). El nivel de actividad física mejoró de bajo a moderado en el 64,3% de los individuos ($p < 0,001$) y se incrementó el índice de calidad de dieta ($p=0,028$), especialmente en el grupo de mujeres. **Conclusiones.** El plan implementado arrojó resultados favorables en cuanto a la composición corporal, los valores bioquímicos, así como en la calidad de la alimentación y la actividad física que pueden disminuir el riesgo cardiovascular.

Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 193-204.

Palabras clave: estado nutricional, composición corporal, hábitos dietéticos, estilos de vida, trabajadores petroleros.

Abstract: Effect of a comprehensive nutritional intervention on the cardiovascular risk of oil workers. Introduction.

Cardiometabolic risk and the high prevalence of overweight/obesity in oil industry workers in Venezuela demand effective lifestyle interventions. **Objective.** To evaluate the effect of a comprehensive nutritional intervention plan on cardiovascular risk in workers of the Oil industry in Valencia, Venezuela. **Materials and methods.** A quasi-experimental (pretest-posttest) study was conducted with 28 subjects (78.6% female). The intervention consisted of 12 weeks of nutritional education, physical training, and psychological support. Variables included anthropometric, biochemical, dietary quality assessment, and physical activity. Student's t-test and chi-square tests were used for pre-post comparisons, with a 95% confidence interval. **Results.** The prevalence of overweight/obesity started at 92.9% and ended at 89.3%, however, a significant decrease was observed in the sum of skinfold thicknesses (-33.8 mm; $p=0.006$) and the percentage of adipose tissue (-2.9%; $p=0.042$), with maintenance of fat-free mass (+0.3; $p=0.636$). Apolipoprotein B (-12.2 mg/dL, $p=0.015$) and fasting blood glucose (-7.8 mg/dL; $p=0.033$) were significantly reduced. The level of physical activity improved from Low to Moderate in 64.3% of subjects ($p<0.001$), and the diet quality index increased ($p=0.028$), especially in women. **Conclusions.** The implemented plan yielded favorable results in terms of body composition, biochemical values, as well as the quality of diet and physical activity that can reduce cardiovascular risk.

Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 193-204.

Keywords: nutritional status, body composition, dietary habits, lifestyles, oil workers.

Introducción

La transición económica hacia el trabajo a distancia ha generado un aumento del sedentarismo (1). Este factor de riesgo, combinado con el mayor acceso a alimentos industrializados densos en calorías, ha

contribuido al incremento en la prevalencia de la obesidad y las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) en la población adulta (2). Esta situación es especialmente crítica en los trabajadores petroleros, quienes laboran en condiciones que promueven estilos de vida poco saludables, sector en el que se encuentra 8 de cada 10 trabajadores de la industria petrolera en el país (3).

La obesidad puede ser impulsada por un ambiente laboral con jornadas prolongadas, niveles elevados de estrés y ansiedad (4), así como por una dieta baja en fibra y rica en grasas trans y azúcares (5). Esta condición se asocia

¹Programa de Maestría en Nutrición. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. ²Cátedra de Nutrición Humana. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Autor para la correspondencia: Pablo Hernández, e-mail: doctuscumliber@gmail.com



fuertemente al desarrollo de enfermedades cardiometabólicas (1, 6). Se proyecta que para el año 2030 la obesidad afectará a 1300 millones de adultos (7), lo que representa un reto ineludible para la salud pública.

Venezuela, un país reconocido por sus vastas reservas petroleras donde la explotación de crudo constituye el motor económico, enfrenta significativos desafíos en salud laboral con un alto impacto financiero. Esta problemática conlleva un elevado costo financiero en una región donde las pérdidas laborales anuales se estiman en 1,7 billones de dólares (8).

El colesterol de baja densidad (LDL) con frecuencia ha sido utilizado como indicador del riesgo cardiovascular (RCV); sin embargo, presenta limitaciones como predictor de este (9). Por su parte, la apolipoproteína B (ApoB) ha demostrado ser un mejor predictor de enfermedades cardiovasculares, independientemente de las concentraciones de colesterol (10).

Múltiples estudios respaldan el impacto de las intervenciones en el estilo de vida para reducir el RCV en entornos laborales. A nivel experimental, el entrenamiento de fuerza y la mejora de los hábitos alimentarios mejoran significativamente el perfil metabólico y reducen el score de Framingham en el ámbito ocupacional (11, 12). Adicionalmente, estudios observacionales señalan que la inactividad física y el alto consumo de carbohidratos constituyen factores de riesgo clave en trabajadores de distintos sectores (13, 14).

Este estudio evalúa una intervención multidisciplinaria de salud ocupacional que trasciende el enfoque convencional del IMC, al centrarse en la composición corporal, la alimentación, la actividad física y el estrés. Mediante la incorporación de la ApoB como marcador avanzado de riesgo aterogénico, la investigación ofrece una evaluación clínica precisa y costo-efectiva para optimizar las políticas de medicina preventiva en el entorno laboral. En este contexto, el objetivo fue evaluar el efecto de una intervención nutricional integral sobre el

riesgo cardiovascular en trabajadores de la industria petrolera en Valencia, Venezuela.

Materiales y métodos

Diseño del estudio y muestra

Se trata de un estudio cuasi-experimental de medidas repetidas (pretest-posttest). Aunque este abordaje longitudinal carece de un grupo de comparación simultáneo, permite evaluar los cambios intra-sujeto en el contexto operativo real de la empresa. La población estuvo constituida por los trabajadores de la industria petrolera con sede en la ciudad de Valencia, Venezuela.

Se seleccionó una muestra no probabilística por conveniencia y autoselección de 28 trabajadores corporativos y administrativos con jornadas de 8-10 horas (gerentes o analistas de finanzas, contrataciones, recursos humanos, gestión de proyectos y departamento legal). Los criterios de inclusión fueron: edades 20 a 60 años y firma del consentimiento informado. Se excluyeron personas con limitaciones motoras, antecedentes de cirugía bariátrica, tratamiento con análogos de GLP-1, registros incompletos o más de dos inasistencias a las actividades.

Intervención

La intervención fue un programa multidisciplinario de 12 semanas de duración, desarrollada en 3 sesiones de trabajo de 4 horas cada una, por un equipo compuesto por un nutricionista-dietista, un médico ocupacional, un fisioterapeuta, un psicólogo organizacional y un bioanalista.

Intervención dietética

Consistió en un programa de educación nutricional interactivo que combinó sesiones presenciales y acompañamiento virtual continuo a través de plataformas de mensajería instantánea (WhatsApp®). Las actividades se orientaron exclusivamente a la promoción de patrones alimentarios saludables, tales como la selección de fuentes de fibra con matriz intacta y combinaciones estratégicas para la prevención del riesgo cardiometabólico, sin incluir planes de alimentación individualizados.

Intervención en estilo de vida

Actividad física: Se indicaron entrenamientos estructurados interdiarios a razón de 3 veces por semana. Incluyendo entrenamiento de fuerza, entrenamiento de alta intensidad por intervalos (HIIT, por sus siglas en inglés) y caminatas de bajo impacto de 5 a 8 kilómetros semanales.

Aspectos psicológicos

La intervención estuvo enfocada en la mejoría del malestar emocional (depresión, ansiedad y estrés). Los sujetos participaron en dinámicas grupales semanales y un taller educativo sobre el manejo del estrés.

Variables dependientes

Estado nutricional

La valoración antropométrica, fue realizada por un antropometrista estandarizado nivel 2 según el protocolo de la Sociedad Internacional de la Kinantropometría (ISAK). Incluyó: peso (kg), con báscula doble romana, marca Health&Meter®, precisión de 0,1 kg; estatura (cm), con estadiómetro portátil marca Seca®, precisión de 0,1 cm; circunferencias de brazo, cintura y cadera (cm), con cinta antropométrica metálica no extensible marca Cescorff®, precisión de 0,1 cm y pliegues de tríceps, bíceps, subescapular y suprailíaco, con calibrador marca Harpenden®, precisión de 0,2 mm.

Se calcularon: IMC y el Índice de Masa Libre de Grasa (IMLG), porcentaje de tejido graso por fórmula de 4 pliegues de Durnig y Womersley (15) y área magra del brazo por Frisancho (16).

La evaluación dietética se realizó mediante el Índice Global de Calidad de la Dieta (GDQS) (17). Se valoró el puntaje de recomendaciones dietéticas globales (GDR), considerando: bajo a los valores ≤ 9 y adecuado a 10 y más. Igualmente, las puntuaciones del NCD-Risk Score, que mide el consumo de aquellos alimentos que aumentan el riesgo de ECNT, de acuerdo con tres puntos de corte (ninguno, de 1 a 3 alimentos y de 4 a 6 alimentos), y el NCD-Protect Score, que mide el consumo de alimentos protectores de estas enfermedades, de acuerdo con cuatro puntos de corte (ninguno, de 1 a 3 alimentos, de 4 a 6 alimentos y más de 6 alimentos) (17).

Riesgo cardiovascular

El RCV de los participantes se evaluó mediante un enfoque multidimensional. El indicador antropométrico central, fue el Índice Cintura-Cadera (ICC) según los puntos de corte de Bray (18).

Bioquímica sanguínea. Con el paciente en ayuno > 10 horas se tomó la muestra para: glucemia basal, triglicéridos, colesterol total y HDL-C por espectrofotometría, LDL-C y VLDL-C mediante la ecuación de Friedewald, bajo las directrices del ATP-III. La PCR ultrasensible se cuantificó por reflectometría espectral (Nycocard Reader II) como marcador inflamatorio. La ApoB se midió por inmunodifusión radial (normalidad: 60-120 mg/dL) para estimar el riesgo aterogénico, y el cortisol sérico se evaluó por ELISA a las 8:00 a.m. (normalidad: 5-23 mcg/dL) y 4:00 p.m. (3-13 mcg/dL).

Clínica: la tensión arterial se clasificó según criterios de la Sociedad Internacional de Hipertensión (19). La actividad física y sus equivalentes metabólicos se evaluaron con la versión corta del IPAQ (20). Finalmente, el riesgo psicosocial se midió con el cuestionario DASS-21 (Depresión, Ansiedad y Estrés) interpretado según su baremo estándar (21).

Procedimiento del estudio

La investigación contó con el aval del comité de bioética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo y con el aval médico del servicio de salud de la industria petrolera.

Pre-test: La evaluación inicial (evaluación antropométrica, bioquímica, clínica, dietética, de actividad física y emocional). Periodo: 28 abril - 2 mayo 2025.

Intervención: Se realizó por 12 semanas, periodo: 5 mayo - 25 julio 2025.

Post-test: Igual batería de evaluaciones del pre-test, periodo: 28 julio -1 agosto 2025.

Control de calidad

La fiabilidad se garantizó mediante un único antropometrista estandarizado (con un error técnico de medición $< 1\%$) y el procesamiento de las muestras sanguíneas en un solo laboratorio. El sesgo de autoinforme se controló a través de entrevistas neutrales y privadas. Por su parte, la adherencia al protocolo se monitoreó de forma estricta mediante registros de asistencia presencial y el uso de aplicaciones móviles de geolocalización (Strava®) para las actividades físicas guiadas, estableciendo un umbral mínimo del 85 % para la inclusión en el análisis final.

Análisis de los datos

Se calculó el promedio aritmético $\pm$ desviación estándar para los indicadores antropométricos, de composición corporal y análisis paraclínicos. Los datos se compararon según el momento del estudio mediante la prueba de t de Student para muestras relacionadas. De igual forma, se evaluó la asociación entre los distintos resultados según el momento mediante la prueba de Chi-cuadrado de independencia. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico de software libre PSPP (Free Software Foundation, FSF) para Windows. Se estableció un nivel de significación estadística para valores de $p < 0,05$, con un intervalo de confianza del 95 %.

Resultados

Se evaluaron 28 individuos con una edad promedio de $45,8 \pm 1,8$ años, predominio femenino (78,6%), ver figura 1. No hubo diferencias significativas entre sexos por edad ($p = 0,071$), o distribución etaria ($p = 0,147$).

Efecto en el estado nutricional y composición corporal

La intervención indujo una recomposición corporal significativa con una respuesta dimórfica según el sexo. Las mujeres mostraron reducciones significativas en peso ($-1,8$ kg; $p = 0,003$), IMC ($-0,7$ kg/m²; $p = 0,002$) y circunferencia de cintura ($-2,5$ cm; $p < 0,001$), mientras que los hombres solo presentaron

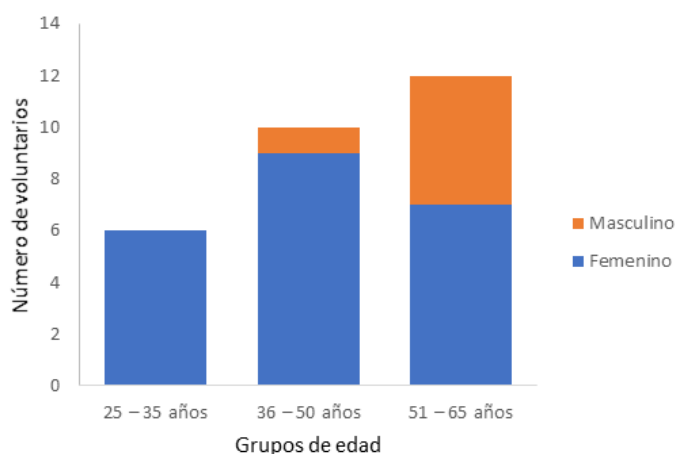


Figura 1. Distribución de los sujetos según grupo de edad por sexo.

cambios en la circunferencia abdominal ($-2,2$ cm; $p = 0,025$).

Respecto a la adiposidad, se constató una movilización generalizada de reservas lipídicas: la sumatoria global de pliegues disminuyó significativamente ($p = 0,006$) y el porcentaje de grasa corporal se redujo en ambos sexos, duplicando la proporción de sujetos en la categoría de grasa promedio (del 21,4 % al 50,0 %). Finalmente, el tejido magro se incrementó exclusivamente en el sexo femenino, como lo evidencian los aumentos en el IMLG ($p < 0,001$) y en el área muscular del brazo, donde la reserva muscular alta ascendió del 18,2 % al 45,5 %. En los varones no se detectaron cambios en los indicadores de masa magra.

Los indicadores bioquímicos mostraron una reducción generalizada tras la intervención (Figura 2). La glucemia en ayunas disminuyó significativamente en la población global ($p = 0,033$), efecto impulsado por el subgrupo femenino ($p = 0,025$), a diferencia de los hombres, quienes no presentaron cambios ($p = 1,000$). Asimismo, los triglicéridos se redujeron a nivel global ($p < 0,001$), con un descenso más marcado en las mujeres. El colesterol total no experimentó variaciones significativas ($p = 0,254$).

A nivel dietético, la adherencia a un patrón saludable (índice GDR) aumentó del 53,6 % al 75,0 % ($p = 0,028$), cambio vinculado a una disminución significativa en el consumo de alimentos de riesgo (NCD-Risk: del 46,4 % al 14,3 %; $p = 0,032$; Tabla 2). Al estratificar por sexo, la disminución en la potencia estadística derivada del menor tamaño muestral atenuó la significación, lo

Tabla 1. Cambios en las variables e indicadores del estado nutricional antropométrico entre la medición inicial y final según sexo.

Antropometría	Grupo total		<i>p</i>	Femenino		<i>p</i>	Masculino		<i>p</i>
	Inicial	Final		Inicial	Final		Inicial	Final	
Peso (kg)	82,5 ± 3,4	80,6 ± 3,4	0,696	77,1 ± 12,5	75,3 ± 11,9	0,003	102,1 ± 23,4	100,0 ± 23,0	0,161
Talla (m)	1,62 ± 0,02	1,62 ± 0,02	1,000	1,58 ± 0,05	1,58 ± 0,05	1,000	1,76 ± 0,10	1,76 ± 0,10	1,000
IMC (kg/m ²)	30,8 ± 0,9	30,4 ± 1,0	0,783	30,6 ± 4,3	29,9 ± 4,1	0,002	31,6 ± 8,6	32,4 ± 6,9	0,615
IMC	n (%)	n (%)	0,883	n (%)	n (%)	1,000	n (%)	n (%)	0,766
Normopeso	2 (7,1)	3 (10,7)		1 (4,5)	1 (4,5)		1 (16,7)	2 (33,3)	
Sobrepeso	11 (39,3)	10 (35,7)		8 (36,4)	8 (36,4)		3 (50,0)	2 (33,3)	
Obesidad	15 (53,6)	15 (53,6)		13 (59,1)	13 (59,1)		2 (33,3)	2 (33,4)	
IMLG (kg/m ²)	19,3 ± 0,5	19,6 ± 0,5	0,636	18,4 ± 1,7	18,8 ± 1,7	<0,001	22,4 ± 3,8	22,4 ± 3,3	0,993
IMLG	n (%)	n (%)	0,954	n (%)	n (%)	0,931	n (%)	n (%)	1,000
Baja musculatura	1 (3,6)	1 (3,6)		1 (4,5)	1 (4,5)		0 (0,0)	0 (0,0)	
Musculatura promedio	8 (28,5)	7 (25,0)		5 (22,7)	4 (18,2)		3 (50,0)	3 (50,0)	
Bastante musculatura	19 (67,9)	20 (71,4)		16 (72,7)	17 (77,3)		3 (50,0)	3 (50,0)	
Circunferencias									
C-Brazo (cm)	34,7 ± 0,7	34,4 ± 0,7	0,746	34,0 ± 3,3	33,7 ± 3,3	0,044	37,1 ± 3,9	36,9 ± 3,7	0,286
C-Cintura (cm)	95,5 ± 2,5	92,7 ± 2,3	0,413	92,4 ± 10,6	89,9 ± 10,3	<0,001	106,6 ± 15,9	103,0 ± 13,9	0,053
C-Cadera (cm)	110,2 ± 2,0	108,3 ± 1,8	0,478	109,6 ± 9,4	107,3 ± 8,8	0,012	112,4 ± 14,0	111,9 ± 12,9	0,679
C-Abdominal (cm)	103,0 ± 2,4	101,7 ± 2,4	0,635	100,5 ± 10,4	99,1 ± 10,7	0,087	113,5 ± 16,3	111,3 ± 15,2	0,025
Pliegues									
P-Bíceps (mm)	13,6 ± 1,0	10,8 ± 0,8	0,026	14,1 ± 4,7	11,3 ± 4,0	<0,001	11,6 ± 6,4	9,0 ± 4,3	0,071
P-Tríceps (mm)	28,0 ± 1,5	22,5 ± 1,2	0,005	30,2 ± 6,3	24,0 ± 5,6	<0,001	20,1 ± 8,6	17,1 ± 5,5	0,112
P-Subescapular (mm)	27,7 ± 1,4	23,0 ± 1,4	0,019	28,1 ± 7,6	22,8 ± 6,5	<0,001	26,3 ± 7,5	23,9 ± 10,0	0,171
P-Suprailíaco (mm)	37,7 ± 7,5	24,2 ± 1,4	0,083	39,0 ± 44,7	23,6 ± 7,1	0,129	33,2 ± 10,7	26,5 ± 9,6	0,007
P-Abdominal (mm)	29,9 ± 1,5	23,1 ± 1,2	0,001	27,8 ± 6,3	22,5 ± 6,2	<0,001	37,5 ± 9,8	25,4 ± 6,9	0,007
P-Muslo (mm)	33,9 ± 2,5	28,4 ± 2,2	0,103	37,8 ± 11,0	31,1 ± 10,5	<0,001	19,8 ± 10,4	18,4 ± 11,4	0,669
P-Pantorrilla (mm)	25,1 ± 1,8	22,2 ± 1,5	0,218	27,2 ± 8,4	24,2 ± 7,3	0,003	17,1 ± 9,5	14,8 ± 6,0	0,23
Sumat. de pliegues (mm)	188,4 ± 8,9	154,6 ± 7,7	0,006	194,7 ± 42,2	159,9 ± 38,3	<0,001	165,6 ± 58,6	135,0 ± 47,5	0,006
Tejido graso (%)	37,9 ± 1,0	35,0 ± 1,0	0,042	39,2 ± 4,8	36,2 ± 5,1	<0,001	33,3 ± 4,4	30,6 ± 4,5	0,005
Clasificación	n (%)	n (%)	0,067	n (%)	n (%)	0,068	n (%)	n (%)	0,248
Grasa promedio	6 (21,4)	14 (50,0)		2 (9,1)	8 (36,4)		4 (66,7)	6 (100,0)	
Grasa alta	15 (53,6)	11 (39,3)		13 (59,1)	11 (50,0)		2 (33,3)	0 (0,0)	
Grasa muy alta	7 (25,0)	3 (10,7)		7 (31,8)	3 (13,6)		0 (0,0)	0 (0,0)	
Área magra brazo (cm ²)	46,9 ± 2,5	51,9 ± 2,6	0,164	48,3 ± 12,6	53,8 ± 14,0	<0,001	41,8 ± 14,3	44,9 ± 10,7	0,185
Clasificación	n (%)	n (%)	0,131	n (%)	n (%)	0,052	n (%)	n (%)	0,521
Res. muscular normal	23 (82,1)	18 (64,3)		18 (81,8)	12 (54,5)		5 (83,3)	6 (100,0)	
Res. muscular alta	5 (17,9)	10 (35,7)		4 (18,2)	10 (45,5)		1 (16,7)	0 (0,0)	

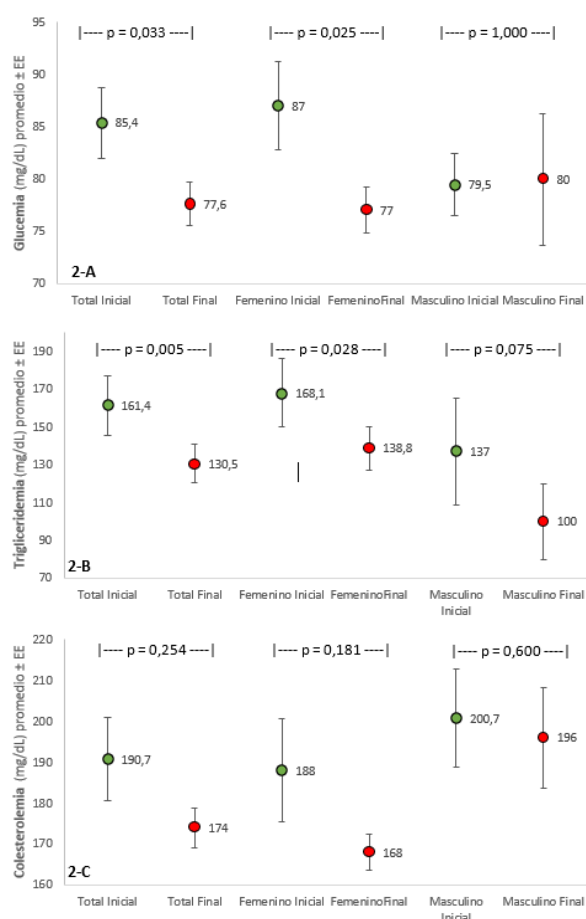


Figura 2. Cambios bioquímicos sanguíneos según estado nutricional inicial y final. 2-A, Glucemia. 2-B, Trigliceridemia. 2-C, Colesterolemia.

que indica que el análisis del grupo total ofrece mayor potencia para las variables nutricionales.

Efecto en el riesgo cardiovascular

Respecto al riesgo cardiovascular (Tabla 3), el ICC disminuyó significativamente en las mujeres ($-0,03$; $p < 0,001$), lo que redujo la prevalencia en la categoría de alto riesgo del 36,4 % al 18,2 %, mientras que el grupo masculino no mostró variaciones. A nivel lipídico, el colesterol VLDL se redujo en ambos sexos ($p < 0,05$). Asimismo, las mujeres evidenciaron un descenso significativo en la ApoB ($-15,6$ mg/dL; $p = 0,002$), con el cual el 100,0 % alcanzó niveles de normalidad. En contraste, el colesterol HDL femenino disminuyó significativamente ($p = 0,003$), mientras que el c-LDL permaneció estable en toda la muestra.

En los marcadores inflamatorios y clínicos, la PCR ultrasensible disminuyó significativamente en las mujeres ($p = 0,036$), lo que eliminó los casos en la categoría de riesgo alto. El cortisol y la presión arterial no mostraron cambios estadísticamente significativos, aunque la categoría tensión normal global incrementó del 67,9 % al 82,1 %.

En cuanto a las variables conductuales y psicológicas (Tabla 4), la actividad física mejoró a nivel global ($p < 0,001$), destacando el subgrupo femenino, en el que un 90,9 % alcanzó niveles de adherencia moderados o altos ($p = 0,005$). Los indicadores de la escala DASS-21 se mantuvieron estables, con una tendencia hacia la remisión de los síntomas de depresión y ansiedad en los hombres.

Tabla 2. Cambios en los indicadores dietéticos inicial y final por categorías según sexo.

Indicadores dietéticos	Total		P	Femenino		P	Masculino		P
	Inicial n (%)	Final n (%)		Inicial n (%)	Final n (%)		Inicial n (%)	Final n (%)	
NCD risk-pts			0,032			0,141			0,246
0	3 (10,7)	5 (17,9)		2 (9,0)	4 (18,2)		1 (16,7)	1 (16,7)	
1 – 3	12 (42,9)	19 (67,8)		10 (45,5)	14 (63,6)		2 (33,3)	5 (83,3)	
4 – 6	13 (46,4)	4 (14,3)		10 (45,5)	4 (18,2)		3 (50,0)	0 (0,0)	
NCD protect			0,703			0,562			0,911
0	1 (3,6)	3 (10,7)		0 (0,0)	2 (9,1)		1 (16,7)	1 (16,7)	
1 – 3	13 (46,4)	11 (39,3)		10 (45,5)	8 (36,4)		3 (50,0)	3 (50,0)	
4 – 6	12 (42,9)	11 (39,3)		11 (50,0)	9 (40,9)		1 (16,7)	2 (33,3)	
> 6	2 (7,1)	3 (10,7)		1 (4,5)	3 (13,6)		1 (16,6)	0 (0,0)	
GDR			0,028			0,060			0,248
5 – 9	15 (53,6)	7 (25,0)		11 (50,0)	5 (22,7)		4 (66,7)	2 (33,3)	
10 – 16	13 (46,4)	21 (75,0)		11 (50,0)	17 (77,3)		2 (33,3)	4 (66,7)	

Tabla 3. Cambios en las variables e indicadores antropométricos, bioquímicos y clínicos según riesgo cardiovascular inicial y final por sexo.

Clasificaciones	Total		p	Femenino		p	Masculino		p
	Inicial	Final		Inicial	Final		Inicial	Final	
Índice Cintura Cadera (ICC)	0,86 ± 0,01	0,85 ± 0,01	0,417	0,88 ± 0,07	0,85 ± 0,06	<0,001	0,81 ± 0,06	0,82 ± 0,05	0,202
ICC	n (%)	n (%)	0,465			0,399			1,000
Bajo riesgo	6 (21,4)	7 (25,0)		4 (18,2)	5 (33,3)		2 (33,3)	2 (33,3)	
Riesgo moderado	13 (46,5)	16 (57,1)		10 (45,5)	13 (59,1)		3 (50,0)	3 (50,0)	
Alto riesgo	9 (32,1)	5 (17,9)		8 (36,4)	4 (18,2)		1 (16,7)	1 (16,7)	
Colesterol HDL (mg/dL)	46,0 ± 1,0	44,5 ± 0,8	0,255	45,4 ± 4,7	44,6 ± 3,7	0,003	48,1 ± 6,2	44,2 ± 6,9	0,111
Colesterol LDL (mg/dL)	112,2 ± 8,2	101,3 ± 5,6	0,276	109,0 ± 47,2	93,3 ± 21,7	0,596	123,8 ± 24,1	130,5 ± 36,9	0,499
LDL	n (%)	n (%)	0,550			0,752			0,221
Baja	0 (0,0)	1 (3,6)		0 (0,0)	1 (4,5)		0 (0,0)	0 (0,0)	
Normal	13 (46,4)	16 (57,1)		12 (54,5)	13 (59,1)		1 (16,7)	3 (50,0)	
Alta	15 (53,6)	11 (39,3)		10 (45,5)	8 (36,4)		5 (83,3)	3 (50,0)	
VLDL (mg/dL)	32,29 ± 3,10	26 ± 2,03	0,096	33,6 ± 17,1	27,9 ± 10,5	0,001	27,5 ± 14,1	19,2 ± 9,4	0,015
VLDL	n (%)	n (%)	0,114			0,063			0,435
Baja	6 (21,4)	7 (25,0)		5 (22,7)	4 (18,2)		1 (16,7)	3 (50,0)	
Normal	4 (14,3)	10 (35,7)		1 (4,5)	7 (31,8)		3 (50,0)	3 (50,0)	
Alta	18 (64,3)	11 (39,3)		16 (72,7)	11 (50,0)		2 (33,3)	0 (0,0)	
PCR (mg/dL)	4,32 ± 0,55	3,27 ± 0,21	0,082	4,6 ± 3,2	3,1 ± 0,9	0,036	3,3 ± 1,3	3,8 ± 1,7	0,620
PCR	n (%)	n (%)	0,159			0,081			0,521
Normal	24 (85,7)	27 (96,4)		18 (81,8)	22 (100,0)		6 (100,0)	5 (83,3)	
Alta	4 (14,3)	1 (3,6)		4 (18,2)	0 (0)		0 (0,0)	1 (16,7)	
Apo B (mg/dL)	113,8 ± 3,4	101,6 ± 3,5	0,015	113,5 ± 17,9	97,9 ± 13,7	0,002	115,0 ± 19,0	115,1 ± 27,9	0,992
Apo B	n (%)	n (%)	0,387			0,081			0,248
Normal	24 (85,7)	26 (92,9)		18 (81,8)	22 (100,0)		6 (100,0)	4 (66,7)	
Alta	4 (14,3)	2 (7,1)		4 (18,2)	0 (0,0)		0 (0,0)	2 (33,3)	
Cortisol AM (ng/dL)	9,01 ± 0,89	7,55 ± 0,53	0,169	7,48 ± 2,95	7,00 ± 2,24	0,337	14,60 ± 6,05	9,55 ± 3,98	0,085
Cortisol AM	n (%)	n (%)	0,838			1,000			0,522
Bajo	3 (10,7)	3 (10,7)		3 (13,6)	3 (13,6)		0 (0,0)	0 (0,0)	
Normal	24 (85,7)	25 (89,3)		19 (86,4)	19 (86,4)		5 (83,3)	6 (100,0)	
Alto	1 (3,6)	0 (0,0)		0 (0,0)	0 (0,0)		1 (16,7)	0 (0,0)	
Cortisol PM (ng/dL)	5,26 ± 0,77	4,91 ± 0,56	0,710	5,31 ± 4,5	4,62 ± 2,87	0,307	5,09 ± 1,77	5,96 ± 3,25	0,316
Cortisol PM	n (%)	n (%)				0,196			1,000
Bajo	2 (7,1)	6 (21,4)		1 (4,5)	5 (22,7)		1 (16,7)	1 (16,7)	
Normal	24 (85,8)	21 (75,0)		19 (86,4)	16 (72,7)		5 (83,3)	5 (83,3)	
Alto	2 (7,1)	1 (3,6)		2 (9,1)	1 (4,5)		0 (0,0)	0 (0,0)	
TA- Sistólica (mm Hg)	122,9 ± 2,6	120,8 ± 1,7	0,484	121,8 ± 15,0	120,2 ± 9,6	0,397	126,8 ± 5,2	122,7 ± 7,79	0,195
TA- Diastólica (mm Hg)	77,5 ± 2,1	75,9 ± 1,2	0,532	77,3 ± 6,4	76,7 ± 3,92	0,602	70,3 ± 10,1	78,0 ± 5,1	0,232
Diastólica	n (%)	n (%)	0,465			0,352			1,000
Normal	19 (67,9)	23 (82,1)		15 (68,2)	19 (86,4)		4 (66,7)	4 (66,7)	
Normal-Alta	7 (25,0)	4 (14,3)		5 (22,7)	2 (9,1)		2 (33,3)	2 (33,3)	
Alta	2 (7,1)	1 (3,6)		2 (9,1)	1 (4,5)		0 (0,0)	0 (0,0)	

Tabla 4. Cambios en indicadores de actividad física y dimensión psicológica según riesgo cardiovascular inicial y final por sexo.

Indicadores	Total		p	Femenino		p	Masculino		p
	Inicial	Final		Inicial	Final		Inicial	Final	
Actividad física			<0,001			0,005			0,097
Baja	18 (64,3)	3 (10,7)		13 (59,1)	2 (9,1)		5 (83,3)	1 (16,7)	
Moderada	6 (21,4)	18 (64,3)		6 (27,3)	14 (63,6)		0 (0,0)	4 (66,7)	
Alta	4 (14,3)	7 (25,0)		3 (13,6)	6 (27,3)		1 (16,7)	1 (16,7)	
DASS-21	11,8 ± 1,6	10,3 ± 1,5	0,499	12,8 ± 1,7	11,4 ± 1,5	0,377	7,8 ± 4,1	5,8 ± 3,9	0,076
Depresión	n (%)	n (%)	0,299			0,550			0,522
Leve	3 (10,7)	1 (3,6)		2 (9,1)	1 (4,5)		1 (16,7)	0 (0,0)	
Sin síntomas	25 (89,3)	27 (96,4)		20 (90,9)	21 (95,5)		5 (83,3)	6 (100,0)	
Ansiedad	n (%)	n (%)	0,710			0,961			0,820
Leve	3 (10,7)	4 (14,3)		3 (13,6)	2 (9,1)		0 (0,0)	2 (33,3)	
Moderada	5 (17,9)	5 (17,9)		3 (13,6)	4 (18,2)		2 (33,3)	1 (16,7)	
Severa	3 (10,7)	0 (0,0)		2 (9,1)	2 (9,1)		1 (16,7)	0 (0,0)	
Extrema	1 (3,6)	2 (7,1)		1 (4,5)	0 (0,0)		0 (0,0)	0 (0,0)	
Sin síntomas	16 (57,1)	17 (60,7)		13 (59,1)	14 (63,6)		3 (50,0)	3 (50,0)	
Estrés	n (%)	n (%)	0,721			0,771			0,766
Leve	3 (10,7)	1 (3,6)		1 (4,5)	0 (0,0)		2 (33,3)	1 (16,7)	
Moderado	5 (17,8)	6 (21,4)		3 (13,6)	4 (18,2)		2 (33,3)	2 (33,3)	
Severo	1 (3,6)	0 (0,0)		1 (4,5)	0 (0,0)		0 (0,0)	0 (0,0)	
Extremo	0 (0,0)	2 (7,1)		0 (0,0)	2 (9,1)		0 (0,0)	0 (0,0)	
Sin síntomas	19 (67,9)	19 (67,9)		17 (77,4)	16 (72,7)		2 (33,4)	3 (50,0)	

Finalmente, al estratificar las variaciones antropométricas y bioquímicas según el estado nutricional inicial (sobrepeso vs. obesidad; Tabla 5), no se hallaron diferencias

significativas en la magnitud de los cambios ($p > 0,05$). Esto demuestra que la intervención es igualmente efectiva, independientemente del grado de exceso ponderal basal.

Tabla 5. Comparación entre variables antropométricas y bioquímicas según estado nutricional.

Variables/diferencias	Sobrepeso Media ± EE	Obesidad Media ± EE	p
IMLG	0,29 ± 0,29	0,48 ± 0,13	0,524
Sumatoria de Pliegues	-31,75 ± 5,26	-35,10 ± 5,52	0,674
% Grasa	-2,96 ± 0,43	-3,17 ± 0,35	0,716
AMB brazo	5,76 ± 1,48	4,62 ± 1,81	0,651
Glicemia	-7,45 ± 2,75	-7,73 ± 7,17	0,975
Trigliceridemia	-27,91 ± 11,28	-33,27 ± 19,06	0,828
ApoB	-13,55 ± 8,25	-12,13 ± 5,57	0,884

Discusión

La presente intervención, produjo una recomposición corporal significativa en los trabajadores petroleros, hallazgo de alto valor para las políticas de salud ocupacional venezolanas. A pesar de la alta prevalencia de exceso de peso (92,9%), el éxito clínico no se reflejó en el peso total, sino en la reducción de la adiposidad (sumatoria de pliegues: -33,8 mm, $p=0,006$; porcentaje de grasa corporal: -2,9%, $p=0,042$). Este fenómeno, donde la pérdida de grasa se compensa con el mantenimiento o tendencia al aumento del IMLG (19,3 a 19,6 kg/m²), sugiere una mejora en la calidad metabólica de la composición corporal que el IMC, por su naturaleza estática, no logra capturar, lo cual se ha identificado como un elemento clave en el abordaje de la obesidad (22).

Por su parte, un estudio similar realizado en Perú (12) en personal de salud demostró un cambio modesto pero significativo en el peso corporal (-2,1 kg; $p<0,001$) y en el IMC (-0,8 kg/m²; $p<0,001$); sin embargo, dicha investigación no evaluó la composición corporal.

De particular interés clínico resulta la disminución significativa de la ApoB (-12,2 mg/dL, $p=0,015$), marcador aterogénico superior al colesterol LDL (23). Esta mejora, sumada a la optimización de la glucemia (-7,8 mg/dL, $p=0,033$), concuerda con la literatura que vincula la pérdida de masa grasa- aun sin reducción del peso total- con una mejor sensibilidad a la insulina y control glucémico (24). Esto confirma que la modificación del estilo de vida puede atenuar el riesgo cardiovascular en la cohorte estudiada, un logro relevante dada la conocida dificultad para modular la ApoB únicamente mediante intervenciones dietéticas no farmacológicas en poblaciones con dietas tradicionales latinoamericanas (25).

Por otro lado, la ausencia de cambios significativos en el ICC, a pesar de la pérdida de grasa generalizada, podría atribuirse a la naturaleza del esquema de actividad física implementado -entrenamiento de fuerza- así como a limitaciones de precisión en la medición de las circunferencias en sujetos con obesidad abdominal.

La base fisiológica reside en las mejoras conductuales, destacando que 64,3% de los sujetos pasó de AF Baja a Moderada ($p < 0,001$). Este incremento en el movimiento diario, junto al entrenamiento de fuerza, fue determinante para preservar las reservas magras bajo condiciones de cambio metabólico (26). De igual modo, la optimización cualitativa de la dieta, reflejada en el aumento del índice GDR ($p=0,028$) y la reducción en el consumo de alimentos de riesgo ($p=0,032$). El enfoque educativo en alimentos

mínimamente procesados y el aumento en el consumo de fibra dietética —evidenciado por la mejora en los indicadores GDR y NCD-Risk— resultaron fundamentales para la optimización de la glucemia y la modulación de los marcadores bioquímicos, confirmando que la educación nutricional es una herramienta preventiva eficaz en entornos laborales de alta exigencia (27).

Otro hallazgo relevante fue la marcada estratificación por sexo. La cohorte femenina mostró una respuesta más robusta en variables mencionadas e incluso en el VLDL y PCR, $p < 0,05$, lo cual difiere de la literatura que suele reportar mayores reducciones de grasa visceral en hombres ante cargas equivalentes (28). Asimismo, difiere de lo reportado en una revisión sistemática de 114 estudios con 4.184 participantes, que encontró en ambos sexos mejoras semejantes en composición corporal (26). Estas diferencias en las mujeres, deben interpretarse con cautela debido al sesgo de autoselección: la mayor participación y motivación femenina podría haber amplificado estos beneficios, limitando la generalización a la población masculina de la industria.

En cuanto a salud pública y ocupacional, la gestión del estrés laboral emergió como un factor limitante. La estabilidad de los síntomas psicológicos sugiere que 12 semanas son insuficientes para revertir el impacto de las largas jornadas y demandas del sector petrolero. Por lo tanto, las políticas corporativas no deberían enfocarse solo en eliminar el estrés (inherente a la industria), sino en fortalecer la capacidad de afrontamiento de los trabajadores, integrando herramientas de higiene mental como pilar de la productividad (29), aspecto a considerar en la formulación de programas de intervención.

Estos resultados refuerzan la posibilidad de diseñar programas integrales de salud ocupacional que incorporen dieta y actividad física para contribuir a modificar hábitos saludables, sobre la base de experiencias positivas de otros estudios regionales sobre prevención de ECNT (12), así como, en la optimización de la dieta mejorando el consumo de frutas y hortalizas y disminuyendo alimentos panificados (30).

La importancia y aplicación de este estudio reside en su diseño en un entorno laboral venezolano y haber logrado mejoras en marcadores bioquímicos y conductuales en una población resistente al cambio, debido a demandas de tiempo y estrés. Constituye un precedente para la implementación de programas de intervención *in situ* como estrategia costo-efectiva de salud pública.

Entre las limitaciones de este estudio destaca el diseño cuasi-experimental sin grupo control simultáneo, lo que reduce la posibilidad de aislar variables de confusión externas o establecer causalidad absoluta. Asimismo, el tamaño muestral reducido (n=28) y el sesgo de autoselección (alta proporción femenina), que limitan la potencia estadística para modular variables de respuesta lenta (Colesterol HDL) y condicionan la validez externa de los hallazgos en la población masculina total en la industria. Por otra parte, la dependencia de los autoinformes dietéticos y de actividad física introduce el riesgo de deseabilidad social conductual. Finalmente, aunque el enfoque univariado limitó una comprensión multifactorial más sistémica, en su selección se priorizó garantizar la especificidad clínica de cada marcador en el contexto de la salud laboral. Pese a este alcance, la consistencia interna observada en la mejora simultánea de los indicadores biológicos y de estilo de vida, valida la factibilidad de este modelo integral en entornos corporativos similares.

Conclusiones

Los resultados demostraron que una intervención de 12 semanas continuas, centrada en educación nutricional y consejería conductual, generó un impacto modesto pero significativo en la calidad de la dieta y en el nivel de actividad física de los participantes. Dicho enfoque constituye una estrategia factible y eficaz para optimizar el perfil cardiometabólico de trabajadores petroleros venezolanos, con un beneficio mayor en el sexo femenino.

El principal hallazgo del estudio residió en la recomposición corporal —evidenciada por la disminución de masa grasa y la reducción de ApoB a pesar de la estabilidad en el IMC, lo

cual visibiliza las limitaciones del IMC como indicador único en medicina ocupacional. Aun con la restricción metodológica de no contar con un grupo control, la adopción de hábitos saludables conllevó mejoras transversales en la población con sobrepeso y obesidad. En el plano clínico, la atenuación de la inflamación sistémica y la preservación de la masa magra consolidan a este modelo como una herramienta costo-efectiva en prevención primaria. Se requieren futuras investigaciones longitudinales y con mayor tamaño muestral para ratificar estos hallazgos y asegurar la sostenibilidad de la salud cardiovascular en la industria.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Petroquímica de Venezuela, S.A. (PEQUIVEN), por financiar el estudio y la atención médica de los sujetos, así como prestar sus espacios y fuerza laboral para la investigación.

Conflicto de intereses

GD ha recibido o recibe honorarios profesionales por asesorías nutricionales de PEQUIVEN. La entidad financiadora no tuvo participación ni influencia en el diseño del estudio, recolección, análisis, interpretación, preparación del manuscrito ni en su publicación.

Contribución de los autores

GD: conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, obtención de recursos, administración del proyecto y en la redacción del borrador original.

PH: conceptualización, metodología, gestión de datos, visualización, redacción, revisión y edición del manuscrito.

Referencias

1. Almandoz JP, Xie L, Tejani S, Mathew MS, Schellinger JN, Morales-Marroquin E, et al. Impact of employment status and work setting on body weight and health behaviors among people with obesity. *Work*. 2024;78(4):1011-20. <https://doi.org/10.3233/wor-230055>
2. Lam TM, Wagtendonk AJ, den Braver NR, Karssenberg D, Vaartjes I, Timmermans EJ, et al. Development of a neighborhood obesogenic built environment characteristics index for the Netherlands. *Obesity*. 2023;31(1):214-24. <https://doi.org/10.1002/oby.23610>

3. Avila-Angulo E, Taboada J. Análisis del estilo de vida y su impacto en el sobrepeso y obesidad en supervisores administrativos. *Salud trab.* 2024;32(2):189-203.
4. Wu L, Li X, Tu P, Wang X, Chen Z, Xing M. Depressive symptoms and associated factors among employees in public utility places of Zhejiang province, China. *Sustainability.* 2023;15(18):13573. <https://doi.org/10.3390/su151813573>
5. Valicente VM, Peng CH, Pacheco KN, Lin L, Kielb EI, Dawoodani E, et al. Ultraprocessed foods and obesity risk: a critical review of reported mechanisms. *Adv Nutr.* 2023;14(4):718-38. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.04.006>
6. Hun N, González-Fernández F, Acevedo C, Alarcón D, Miranda J, Mora A, et al. Calidad de vida y calidad de la alimentación en adultos del norte de Chile. *Arch Latinoam Nutr.* 2025;75(1):18-26. <https://doi.org/10.37527/2025.75.1.003>
7. Parums DV. Editorial: Global obesity rates continue to rise with challenges for new drug treatments including GLP-1 receptor agonists. *Med Sci Monit.* 2025;31:e950816. <https://doi.org/10.12659/msm.950816>
8. Federation WH. Cost of heart disease in Latin America tops \$30bn: WHF; 2016. Disponible en: <https://world-heart-federation.org/news/cost-of-heart-disease-in-latin-america-tops-30bn/>.
9. Glavinovic T, Thanassoulis G, de Graaf J, Couture P, Hegele RA, Sniderman AD. Physiological bases for the superiority of apolipoprotein B over low-density lipoprotein cholesterol and non-high-density lipoprotein cholesterol as a marker of cardiovascular risk. *J Am Heart Assoc.* 2022;11(20):e025858. <https://doi.org/10.1161/jaha.122.025858>
10. McQueen MJ, Hawken S, Wang X, Ounpuu S, Sniderman A, Probstfield J, et al. Lipids, lipoproteins, and apolipoproteins as risk markers of myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): a case-control study. *Lancet.* 2008;372(9634):224-33. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61076-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61076-4)
11. Da Silva MAR, Baptista LC, Neves RS, De França E, Loureiro H, Lira FS, et al. The effects of concurrent training combining both resistance exercise and high-intensity interval training or moderate-intensity continuous training on metabolic syndrome. *Front Physiol.* 2020;11:572. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00572>
12. Fernández Coronado RO, Heredia Nahui MA, Olortegui Yzu AR, Palomino Vilchez RY, Gordillo Monge MX, Soca Meza RE, et al. Reducción del riesgo cardiovascular en trabajadores de un instituto de salud especializado mediante un programa de prevención cardiovascular. *An Fac Med.* 2020;81(1):14-20. <http://doi.org/10.15381/anales.v81i1.17328>
13. Rahma L, Fenti Dewi P, Dian Puspa R, Widya Asih L. The dominant factor of metabolic syndrome among office workers. *Jour Health Sci Prev.* 2021;5(1):40-8. <https://doi.org/10.29080/jhsp.v5i1.421>
14. Villalobos D. Estado nutricional y desempeño laboral en trabajadores del sector salud de Venezuela. *Contrib Cient Tecnol.* 2020;45(1):15-27. <https://doi.org/10.35588/cdicyt.v44i1.4627>
15. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32(1):77-97. <https://doi.org/10.1079/bjn19740060>
16. Frisancho AR. New standards of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(4):808-19. <https://doi.org/10.1093/ajcn/40.4.808>
17. Herforth AW, Sokourenko K, Gonzalez BC, Uyar BT, Bulungu AL, Vogliano C. Adaptation of the diet quality questionnaire as a global public good for use in 140 countries. *Curr Dev Nutr.* 2025;9(Suppl 1):104499. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.104499>
18. Bray GA. Obesity increases risk for diabetes. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1992;16 Suppl 4:S13-7.
19. Unger T, Borghi C, Charchar F, Khan NA, Poulter NR, Prabhakaran D, et al. 2020 International Society of Hypertension global hypertension practice guidelines. *Hypertension.* 2020;75(6):1334-57. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.120.15026>
20. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381-95. <https://doi.org/10.1249/01.Mss.0000078924.61453.Fb>
21. Rodriguez-Casanova A, Mosquera-Presedo M, Vicente-Alba J. Use of the DASS-21 scale for study mental health's Spanish population during COVID-19 pandemic's lockdown. *Neurosci Appl.* 2021;1:100622. <https://doi.org/10.1016/j.nsa.2022.100622>
22. Oh YH, Choi S, Lee G, Son JS, Kim KH, Park SM. Changes in body composition are associated with metabolic changes and the risk of metabolic syndrome. *J Clin Med.* 2021;10(4):745. <https://doi.org/10.3390/jcm10040745>
23. Behbodikhah J, Ahmed S, Elyasi A, Kasselmann LJ, De Leon J, Glass AD, et al. Apolipoprotein B and cardiovascular disease: Biomarker and potential therapeutic target. *Metabolites.* 2021;11(10):690. <https://doi.org/10.3390/metabo11100690>
24. Boutari C, DeMarsilis A, Mantzoros CS. Obesity and diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2023;202:110773. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.110773>
25. Slipczuk L, Kuno T, Marcovina S, Swett K, Orroth KK, López JAG, et al. Heterogeneity of apolipoprotein B levels among hispanic or latino individuals residing in the US. *JAMA Cardiol.* 2025;10(2):164-9. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2024.4789>

26. Lopez P, Taaffe DR, Galvão DA, Newton RU, Nonemacher ER, Wendt VM, et al. Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2022;23(5):e13428. 10.1111/obr.13428
27. Lu K, Yu T, Cao X, Xia H, Wang S, Sun G, et al. Effect of viscous soluble dietary fiber on glucose and lipid metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis on randomized clinical trials. *Front Nutr.* 2023;10:1253312. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1253312>
28. Gates AT, Mertz KH, Bloch-Ibenfeldt M, Garde E, Baekgaard M, Svensson RB, et al. Different training responses in elderly men and women following a prolonged muscle resistance training intervention. 2021;4(6):892-9. <https://doi.org/10.1002/tsm2.293>
29. Alroomi AS, Mohamed S. Occupational stressors and safety behaviour among oil and gas workers in Kuwait: The mediating role of mental health and fatigue. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(21):11700. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111700>
30. Ríos N, Samudio M, Paredes F, Vio F. Efecto de una intervención educativa nutricional en un entorno laboral. *Arch Latinoam Nutr.* 2017;67(2):138-145. <https://doi.org/10.37527/2017.67.2.008>

Recibido: 24/01/2026
Aceptado: 31/07/2026

Validación de una escala de prácticas y conocimientos parentales orientadas a prevenir desnutrición crónica infantil

Marcela Frugone-Jaramillo¹ , María Alejandra Muñoz² , Carolina Portaluppi¹ ,
Pau García-Grau³ , Claudia Escorcía-Mora³ .

Resumen: Introducción. La Desnutrición Crónica Infantil (DCI) continúa siendo un problema de salud pública con consecuencias a largo plazo para el desarrollo infantil, especialmente en comunidades vulnerables. Las decisiones familiares sobre alimentación, higiene, cuidado cotidiano y atención sanitaria son claves para su prevención. **Objetivo.** Presentar las propiedades psicométricas de una escala diseñada para identificar competencias, prácticas y conocimientos familiares relacionados con la prevención y reducción de la DCI en las comunas de Sinchal, Ecuador. **Materiales y métodos.** El instrumento se aplicó antes y después de una intervención de cinco meses basada en Prácticas Centradas en la Familia, con participación de 201 madres embarazadas o con hijos menores de tres años. La escala incluye ítems sobre competencias familiares para el cuidado infantil, prácticas de alimentación, higiene y seguimiento sanitario, y conocimientos sobre DCI, factores de riesgo y prevención. Se realizaron análisis de fiabilidad, factoriales (exploratorio y confirmatorio para evaluar la estructura), de validez discriminante y sensibilidad de la escala. **Resultados.** Los análisis psicométricos revelaron una estructura trifactorial de 14 ítems, organizada en competencias, prácticas y conocimientos parentales, con adecuados indicadores de confiabilidad y validez. La escala mostró sensibilidad a la estructura familiar, con puntuaciones más altas en hogares sin figura paterna, hallazgo que debe interpretarse con cautela. **Conclusiones.** Los resultados aportan evidencia preliminar sobre el comportamiento psicométrico de la EPC-CDI y sugieren que podría ser útil para evaluar intervenciones centradas en la familia, así como para generar información que contribuya al diseño de estrategias públicas orientadas a abordar la DCI en contextos similares. *Arch Latinoam Nutr* 2026; 76(3): 205-214.

Palabras clave: desnutrición crónica infantil, propiedades psicométricas, conocimientos, prácticas, prevención.

Abstract: Validation of a Scale Assessing Parental Practices and Knowledge for the Prevention of Childhood Stunting.

Introduction. Chronic Child Malnutrition (CCM) remains a public health problem with long-term consequences for child development, especially in vulnerable communities. Family decisions regarding feeding, hygiene, daily care, and health care are key to its prevention. **Objective.** To present the psychometric properties of a scale designed to identify family competencies, practices, and knowledge related to the prevention and reduction of child chronic malnutrition (CCM) in the communities of Sinchal, Ecuador. **Materials and methods.** The instrument was administered before and after a five-month intervention based on Family-Centered Practices, with the participation of 201 pregnant mothers or mothers with children under three years of age. The scale includes items on family competencies for childcare, feeding practices, hygiene and health monitoring, and knowledge about CCM, its risk factors, and prevention. Reliability, factorial, discriminant validity, and scale sensitivity analyses were conducted. **Results.** Psychometric analyses revealed a three-factor structure with 14 items, organized around parental competencies, practices, and knowledge, with adequate reliability and validity indicators. The scale showed sensitivity to family structure, with higher scores in households without a father figure, a finding that should be interpreted with caution. **Conclusions.** The results provide preliminary evidence on the psychometric performance of the EPC-CDI and suggest that it could be useful for evaluating family-centered interventions, as well as for generating information that may contribute to the design of public strategies aimed at addressing CCM in similar contexts. *Arch Latinoam Nutr* 2026; 76(3): 205-214.

Keywords: chronic child undernutrition, psychometric properties, knowledge, practices, prevention.

Introducción

La DCI es una problemática compleja y estructural asociada a factores como el acceso limitado a agua potable, servicios de salud, vacunación

y controles durante los primeros 1000 días de vida (1), así como a condiciones de pobreza y prácticas alimentarias inadecuadas (2). Estas condiciones afectan el desarrollo infantil y contribuyen a la transmisión intergeneracional de las desigualdades. Ecuador ocupa el cuarto lugar en Hispanoamérica en incidencia de DCI. La desigualdad social se refleja en las cifras ya que, aunque el promedio nacional es del 17,4%, en algunas regiones deprimidas socioeconómicamente, como la de nuestro estudio, la incidencia de niños menores de

¹Universidad Casa Grande, Guayaquil, Ecuador. ²Junta de Beneficencia Guayaquil, Ecuador. ³Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir". Campus Capacitas. Valencia, España.

Autor para la correspondencia: Pau García-Grau, e-mail: pau.garcia@ucv.es



dos años con DCI alcanza el 40,6% (3). Estas condiciones afectan el desarrollo infantil y contribuyen a la transmisión intergeneracional de las desigualdades. Una inadecuada atención a las necesidades en los primeros años incide en un pobre nivel de desarrollo, lo que provoca pobreza intergeneracional con su consecuente impacto social.

El conocimiento familiar sobre los determinantes de la DCI y el estado nutricional infantil es clave en su prevención (3), pues puede favorecer mejores prácticas alimentarias, hábitos de limpieza y cumplimiento de controles de salud periódicos. Aunque el acompañamiento familiar se reconoce como una estrategia para fomentar hábitos saludables (4), existe poca literatura que evalúe su contribución a la prevención y reducción de la DCI desde el entorno familiar.

En esta investigación se propuso la adaptación de los principios de las prácticas centradas en la familia (PCF) para atender esta problemática. Las PCF se definen como una filosofía, creencias y valores (5) que “ponen la familia, en su conjunto, en el punto de mira y centro de atención” de los servicios especializados (6, p.100). Las PCF se han adoptado en diversos tipos de programas (niños con enfermedades crónicas, educación inicial y servicios de atención temprana) (7), pero no hay referencias sobre su aplicación en intervenciones orientadas a la prevención y reducción de la DCI.

Las intervenciones basadas en PCF enfatizan el trabajo con cuidadores en las rutinas cotidianas, consideradas espacios privilegiados para el desarrollo infantil (8). Desde esta perspectiva, la familia genera oportunidades de aprendizaje en la vida diaria que favorecen las interacciones, fortalecen la competencia parental e involucran al conjunto familiar en las acciones de cuidado (9,10). Estas intervenciones han mostrado efectos positivos en distintas dimensiones familiares, incluidas las emocionales y sociales (4,11).

Este estudio asume un modelo de capacidades familiares para la prevención y reducción de la DCI que integra conocimientos, prácticas y competencias autopercebidas como dimensiones interrelacionadas de un constructo orientado a favorecer el crecimiento, la nutrición y el bienestar infantil (12,13). Los conocimientos permiten identificar riesgos y acciones preventivas; las prácticas reflejan su aplicación cotidiana; y las competencias autopercebidas expresan la confianza de los cuidadores para sostener dichas acciones en el entorno familiar (9).

El uso de escalas para evaluar conocimientos, actitudes y prácticas alimentarias es frecuente en investigación (14,15). Sin embargo, los instrumentos disponibles suelen centrarse en conocimientos o prácticas específicas, o bien en la interacción entre familias y profesionales, sin abordar de forma integrada la prevención de la DCI en el entorno familiar. Persiste así una escasez de herramientas que incorporen simultáneamente conocimientos, prácticas y competencias familiares en contextos rurales. Este estudio busca contribuir a cubrir ese vacío mediante una medida contextualizada.

Se considera que el conocimiento puede influir en las prácticas familiares relacionadas con la alimentación, especialmente cuando se articula con la percepción de competencia de los cuidadores y las rutinas de cuidado. En este contexto, el objetivo del estudio es analizar la estructura factorial y las propiedades psicométricas del instrumento desarrollado.

Materiales y métodos

Muestra

Incluyó la participación de 201 madres. La edad promedio de las encuestadas fue de 29,13 años, con una desviación estándar de 6,45 años. La participante más joven tenía 13 años, considerada una madre niña y la de mayor edad 45. La edad promedio de los hijos fue de 14 meses. En cuanto a la composición familiar, el 10,09% de las encuestadas no convive con el padre de sus hijos en el hogar, mientras que el 89,55% restante sí lo hacía. Además, el 17,91% de las participantes estaban embarazadas al momento del estudio.

En términos de salud infantil, el 55,8% de los hogares reportaron no tener hijos con anemia ni DCI. Del 43,7% restante, casi un 12% tenía hijos con anemia, el 19,9% con anemia y DCI, y el 12,4% con DCI únicamente.

Tabla 1. Características de los participantes.

	N	%
Padre en el hogar		
No	21	10,448
Sí	180	89,552
Total	201	100
Embarazada		
No	165	82,090
Sí	36	17,910
Total	201	100
Anemia/DCI		
Anemia	24	11,940
Anemia+DCI	40	19,900
DCI	25	12,438
No	112	55,721
Total	201	100
Edad años		
0-1	92	45,771
1 a 2	56	27,861
2 a 3	47	23,383
4	6	2,985
Total	201	100

Instrumento

La Escala de Prácticas y Conocimientos parentales sobre la prevención y reducción de la DCI (EPC-DCI) en el entorno familiar fue inicialmente desarrollada con el fin de identificar en las familias de las Comunas de Sinchal de la Provincia de Santa Elena las percepciones sobre sus prácticas y conocimientos en torno a la prevención y reducción de la DCI. Consta de 34 ítems calificados en una escala Likert de 6 puntos (1=Nada cierto, 6=Totalmente cierto) y evalúa la percepción familiar sobre sus prácticas,

conocimientos y competencias frente a DCI. El componente de prácticas comprende 13 ítems sobre comportamientos relacionados con alimentación, higiene y monitoreo de la salud. El componente de conocimiento incluye 11 ítems en torno al conocimiento autopercibido sobre la nutrición saludable y la prevención de la DCI, y 10 ítems evalúan las habilidades y competencias autopercibidas de las familias en el cuidado de la nutrición y el bienestar de sus hijos. La consistencia interna de las puntuaciones en análisis preliminares no publicados mostró valores fiables en su puntuación global ($\alpha=0,812$). Ninguna investigación ha explorado sus características psicométricas ni su estructura factorial subyacente con mayor profundidad.

Proceso de construcción de los ítems

El instrumento fue elaborado por el equipo asesor de la Universidad Casa Grande y sometido a validación de contenido mediante juicio de expertos. Su diseño se fundamentó en un marco teórico que concibe la prevención de la DCI como resultado de la interacción entre conocimientos, competencias y prácticas, en línea con modelos de salud pública que explican la adopción de conductas a partir de factores cognitivos, capacidades de acción y comportamiento observable (15). En este marco, el conocimiento se vincula con la dimensión cognitiva, las competencias con la capacidad de aplicar prácticas en contextos reales y las prácticas con conductas de alimentación, higiene, cuidado cotidiano y seguimiento sanitario. A partir de este enfoque, se generaron ítems orientados a cubrir las dimensiones teóricas del constructo. Participaron dos especialistas en nutrición-DCI, dos en intervención sociocomunitaria, un experto en desarrollo de instrumentos cuantitativos y profesionales del ámbito educativo comunitario. Este equipo evaluó la pertinencia, claridad y relevancia de los ítems, realizando ajustes en redacción, precisión conceptual y adecuación contextual. Posteriormente, se realizó una prueba piloto con 70 familias, cuya retroalimentación permitió mejorar la comprensión de la escala, identificar redundancias y ajustar los ítems para optimizar su aporte al constructo.

Procedimiento

Tras la aprobación del Comité de Ética en Investigación y seguir todas las normas éticas pertinentes, se invitó a las familias a participar, quienes firmaron un consentimiento informado. Como parte del estudio, se aplicó la escala al inicio del programa y al final del primer semestre del proyecto a las madres, utilizando Google Forms (y la plataforma KOBO en hogares sin conexión). Las promotoras leyeron las preguntas de la escala y explicaron las opciones de respuesta, dado que la mayor parte de los participantes no saben leer. Durante cinco meses, cada familia recibió aproximadamente 14 visitas entre los meses julio y diciembre del año 2024.

Análisis de Datos

Se llevaron a cabo análisis de estadística descriptiva. Para el análisis de fiabilidad se utilizó el estadístico alfa de Cronbach, Omega de McDonald y la varianza media extraída (AVE; >0,50). Se empleó tanto un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) para identificar la estructura subyacente, como Confirmatorio (AFC) para corroborar los resultados del AFE (16) y estudiar la estabilidad temporal del constructo. Para ello, se volvió a administrar el cuestionario a los participantes 5 meses después.

Se evaluó la adecuación de los datos mediante el índice KMO y la prueba de esfericidad de Bartlett. Para el AFE, se utilizó una matriz de correlaciones policóricas, adecuada para datos ordinales. La extracción de factores se realizó mediante el método de residuos mínimos con rotación oblicua Promax y autovalores >1. Los ítems con cargas factoriales inferiores a 0,40 o cargas cruzadas fueron evaluados para su posible eliminación mediante criterios teóricos (contribución a la representación del constructo o evitar eliminar ítems clave). Aunque el tamaño muestral no alcanza la ratio clásica 1:10, las cargas factoriales, número de factores y calidad de las comunales, junto con un tamaño ≥ 200 sugiere la suficiencia para obtener soluciones factoriales estables (17,18). El AFE final se ejecutó con 14 ítems, obteniendo una solución trifactorial clara y sin problemas de estimación. Para el AFC se empleó el *software* R.

El ajuste del modelo se evaluó con chi-cuadrado, chi-cuadrado/gi, CFI y TLI (>0,90 buen ajuste), RMSEA (<0,08 aceptable) y SRMR (<0,08 adecuado) (16,19). La validez discriminante se evaluó mediante las correlaciones de Pearson entre los factores. Se realizaron contrastes t para explorar la sensibilidad de la escala para capturar diferencias entre grupos de familias.

Resultados

Inicialmente, se realizaron análisis descriptivos. La Tabla 2 muestra las puntuaciones y los parámetros de la normalidad. Los valores promedio de los ítems >3,5 puntos indican puntuaciones más altas, mostrando percepciones de acuerdo generalizado. Destacan, por sus puntuaciones más altas, los ítems 10, 26 y 27. Por otro lado, los ítems con menor puntuación fueron el 29 y 28. La normalidad de los ítems mostró al ítem 14 con valores desproporcionados según valores de referencia de asimetría y curtosis=3,0 (18). Pese a encontrar algunos valores sensiblemente por encima en la curtosis en los ítems 16, 17 y 18, se decidió, por los valores adecuados de asimetría, realizar el AFE sin eliminarlos y eliminar solamente el ítem 14.

Análisis factorial exploratorio

En primer lugar, la adecuación de la muestra mostró valores de KMO (MSA=0,78) y test de Barlett=1569,865, $p < 0,001$. El análisis reveló una solución Factorial de 4 factores en los que 27 ítems mostraron cargas factoriales superiores a 0,40 y varios ítems mostraban saturaciones en varios factores. Como el factor 4 era débil (solamente 2 ítems), se repitió el AFE eliminando los ítems con cargas <0,40 e ítems con doble saturación. Tras varias iteraciones de este mismo procedimiento, los resultados sugirieron que 14 ítems agrupados en 3 factores mostraban un buen ajuste ($\chi^2=118,106$, $df=52$, $p < 0,001$, CFI=0,91, TLI=0,91, RMSEA=0,080 [0,06-0,01]). El F1 explicaba el 22% de la varianza, seguido del F2 (20,4%) y finalmente el F3 (17,8%). La varianza global explicada por el modelo fue alta, del 60,1%, y la consistencia interna global fue de $\alpha=0,874$, $\omega=0,885$. La consistencia interna de los factores tuvo valores igualmente elevados en todos los casos. La eliminación de los ítems no contribuía a mejorar los valores del factor. Todas las cargas factoriales estuvieron por encima de 0,56.

Tabla 2. Media, desviación estándar, asimetría y curtosis de los ítems.

Ítem reducido	N	M	SD	Asim.	Curt.
1. En nuestra familia tenemos alimentos adecuados y estables	198	4,364	0,901	-0,322	0,885
2. Compartimos satisfactoriamente una comida diaria	195	5,128	0,773	-1,038	2,485
3. Me siento satisfecha con alimentos que sirvo en la mesa	201	4,567	1,103	-1,019	0,921
4. Siento que alimento correctamente a mi familia	201	4,393	1,058	-0,994	1,398
5. En mi comida diaria hay diversidad de alimentos	196	4,301	1,205	-0,758	0,226
6. Siento que necesito conocer más para mejorar la alimentación de mi familia	200	5,290	0,654	-0,815	2,093
7. Me alimento adecuadamente	201	4,194	1,211	-0,907	0,550
8. En mi alimentación diaria hay diversidad de alimentos	201	4,189	1,222	-0,799	0,343
9. Sé qué hacer cuando mi hijo presenta comportamientos difíciles en la comida	189	4,508	1,323	-1,207	0,800
10. Estoy atenta a la higiene de mis hijos a la hora de comer	196	5,423	0,590	-1,062	4,247
11. Durante mi embarazo tuve una alimentación nutritiva y saludable	201	4,632	1,041	-1,148	1,789
12. Conozco las recomendaciones para introducir alimentos complementarios en la dieta de mi bebé de manera segura y nutritiva	179	3,425	1,968	-0,317	-1,756
13. Recibí información adecuada de profesionales de la salud sobre cómo dar de lactar a mi hijo	195	4,456	1,469	-1,270	0,608
14. Mi hijo ha tomado seno materno más de los seis meses	178	5,388	0,817	-2,960	13,512
15. Conozco los beneficios de prolongar el seno materno hasta los dos años	196	4,235	1,584	-0,995	-0,296
16. A partir de los 6 meses, mi hijo ha complementado la leche materna con alimentación complementaria	171	5,129	1,060	-2,297	6,564
17. Tengo o he tenido una experiencia de lactancia materna agradable	191	5,079	1,041	-2,027	5,388
18. Sé cómo alimentar saludablemente a mi hijo/a durante los primeros años de su vida.	199	4,965	0,955	-1,544	3,391
19. Tengo la capacidad para gestionar mi propia salud [...]	199	4,955	1,143	-1,716	3,025
20. Mi hijo/a tiene acceso periódico a controles médicos	191	5,382	0,661	-1,488	5,523
21. Mi familia goza de buena salud	201	4,408	1,180	-1,077	0,812
22. Actualmente, mi hijo/a goza de buena salud	192	4,781	1,015	-1,309	2,176
23. Tengo los conocimientos necesarios para cuidar bien a mis hijos	199	4,889	0,863	-1,402	3,824
24. Practico una buena higiene de los alimentos [...]	201	5,353	0,700	-0,967	1,496
25. Considero que debo conocer más sobre el desarrollo global del niño/a y el buen estado de salud que debe tener	198	4,687	1,150	-1,264	1,162
26. Estoy pendiente de cumplir con el control de vacunas de mi hijo/a	190	5,537	0,500	-0,149	-1,999
27. Estoy pendiente de ir al doctor para el control del peso y talla de mi hijo/a	189	5,503	0,580	-1,333	5,312
28. Mi hijo presenta o ha presentado bajo crecimiento para su edad	175	2,937	2,023	0,280	-1,679
29. Mi hijo presenta o ha presentado bajo peso para su edad	174	2,397	1,880	0,804	-1,077
30. Hice lo necesario para estar bien de salud durante mi embarazo	199	4,352	1,479	-1,059	0,134
31. Contamos con el apoyo de organizaciones relacionadas con el bienestar y desarrollo de nuestros hijos/as	195	5,021	1,112	-1,586	2,577
32. Conocemos los problemas asociados a la DCI	199	3,503	1,654	-0,289	-1,262
33. Sabemos cómo prevenir la DCI	199	3,523	1,645	-0,278	-1,220
34. Tengo la información necesaria sobre qué hacer si nuestro niño tiene DCI	199	3,432	1,606	-0,205	-1,222

Tabla 3. Características, consistencia interna y cargas factoriales de los ítems.

Ítem*	F1($\alpha=0,857$)	F2($\alpha=0,843$)	F3($\alpha=0,849$)	rit	$\alpha-i$
Ítem 4	0,784			0,714	0,822
Ítem 7	0,764			0,692	0,824
Ítem 8	0,760			0,682	0,826
Ítem 5	0,720			0,658	0,831
Ítem 3	0,664			0,608	0,840
Ítem 11	0,560			0,530	0,852
Ítem 26		0,948		0,609	0,822
Ítem 27		0,821		0,599	0,827
Ítem 20		0,662		0,600	0,832
Ítem 24		0,640		0,798	0,781
Ítem 10		0,635		0,703	0,798
Ítem 34			0,955	0,702	0,782
Ítem 33			0,925	0,698	0,793
Ítem 32			0,834	0,724	0,759
ω	0,847	0,879	0,843		
Autovalor	3,847	3,049	2,554		
% Varianza	0,220	0,204	0,178		
% Acumulado	0,220	0,424	0,601		

Nota: rit=correlación ítem-resto; $\alpha-i$ si se elimina el ítem; *Ver tabla 2 para descripción de los ítems.

Análisis Factorial Confirmatorio

El AFC con los datos del segundo pase de la prueba verificó que la estructura trifactorial mostraba buen ajuste ($S-B\chi^2=97,461$; $df=74$; $p=0,035$), CFI=0,93, TLI=0,91, IFI=0,93, SRMR=0,07, RMSEA = 0,08 [0,07-0,01]). Las cargas estandarizadas fueron superiores a $\lambda=0,709$ (ítem 7), excepto en los ítems 11, 10 y 20. Todos los ítems se asociaban de forma estadísticamente significativa con su factor ($p<0,001$), indicando validez convergente. Además, la varianza promedio extraída fue $>0,50$ en todos los casos: F1 (AVE=0,622), F2 (AVE=0,559) y F3 (AVE=0,774).

Validez discriminante

Se calculó el índice HTMT. Los valores obtenidos fueron 0,574 entre F1-F2; 0,452 entre

F1-F3 y 0,421 entre F2-F3, todos ellos $<0,85$, indicando una adecuada validez discriminante. Adicionalmente, las correlaciones de Pearson entre factores fueron positivas y significativas ($p<0,001$), con magnitudes moderadas ($r=0,347$ entre F1 y F2; $r=0,398$ entre F1 y F3; $r=0,488$ entre F2 y F3), sugiriendo relaciones entre los factores sin comprometer su diferenciación conceptual.

Pruebas exploratorias de sensibilidad

Finalmente, para analizar la sensibilidad de la escala para capturar diferencias en función de la presencia o ausencia del padre, se llevaron a cabo pruebas t para muestras independientes. Los resultados mostraron diferencias significativas a favor del grupo con ausencia de padres en el F1 [$t(198)=2,088$, $p<0,05$; $d=0,482$], F2 [$t(185)=2,846$, $p<0,01$; $d=0,674$] y en el total de la escala [$t(177)=2,718$, $p<0,01$; $d=0,645$]. Los tamaños del efecto fueron medianos. No hubo diferencias relevantes en

el F3 ($p>0,05$), indicando que familias sin presencia paterna presentan mayores autopercepciones sobre sus prácticas alimenticias saludables y su acceso a cuidados preventivos, pero no difieren de los hogares con presencia del padre en cuanto al conocimiento sobre la prevención de la DCI.

Discusión

Los resultados del presente estudio aportan evidencia preliminar sobre la validez y confiabilidad de la EPC-CDI para evaluar prácticas, competencias y conocimientos familiares relacionados con la DCI en una comuna ancestral ecuatoriana. Los hallazgos sugieren que la escala presenta una estructura interpretable y coherente con el marco conceptual del estudio, al integrar tres dimensiones complementarias: prácticas alimentarias y toma de decisiones nutricionales, cuidados preventivos vinculados a higiene y seguimiento sanitario, y conocimientos familiares sobre la DCI.

El primer factor refleja el papel del hogar en la prevención de la DCI mediante decisiones relacionadas con la alimentación y el cuidado materno-infantil (12,13). El segundo incorpora dimensiones sanitarias y preventivas, como higiene, vacunación, seguimiento del crecimiento y acceso a servicios de salud (3,12). El tercer factor evalúa el conocimiento familiar sobre riesgos, consecuencias y medidas de prevención de la DCI, aspecto especialmente relevante en contextos rurales donde persisten limitaciones en educación nutricional (14).

La estructura trifactorial de la EPC-CDI es coherente con modelos que conciben la DCI como un fenómeno multidimensional determinado por la interacción entre nutrición, salud, educación, condiciones familiares y contexto sociocultural (1,20). Esta aproximación resulta particularmente pertinente en contextos rurales y comunidades ancestrales, donde las prácticas de cuidado, el acceso a servicios y las desigualdades socioeconómicas influyen en el riesgo nutricional infantil (21,22). No obstante, el carácter contextualizado del instrumento exige cautela al generalizar los resultados a otros entornos.

La reducción del instrumento de 34 a 14 ítems respondió a criterios psicométricos y conceptuales orientados a mejorar su parsimonia. Sin embargo, este proceso pudo limitar la representación de algunas prácticas familiares específicas y reducir la amplitud

conceptual de ciertas dimensiones. Además, dado que la escala fue desarrollada en una población concreta, los ítems retenidos podrían reflejar con mayor intensidad características culturales y contextuales propias de las comunas participantes, limitando su generalización a otros contextos.

En comparación con otros instrumentos, la EPC-CDI aporta una contribución específica al centrarse en el entorno familiar y en la prevención de la DCI. A diferencia de herramientas orientadas principalmente a evaluar la interacción entre familias y profesionales (23), integra conocimientos, prácticas y competencias relacionadas con alimentación, higiene, seguimiento sanitario y prevención de la DCI. Esta aproximación se alinea con instrumentos breves y aplicables en contextos comunitarios (14,15,24).

El enfoque de PCF fortalece la validez ecológica del instrumento al reconocer a las familias como agentes activos en la prevención de la DCI y no únicamente como receptoras de información sanitaria. Este planteamiento es coherente con modelos que destacan la participación, la corresponsabilidad y el empoderamiento familiar como elementos clave para promover cambios sostenibles en las prácticas de cuidado (4,10).

Las familias monoparentales obtuvieron puntuaciones más altas que las biparentales, un resultado contrario a lo reportado por estudios que asocian la monoparentalidad con mayor riesgo de DCI o retraso del crecimiento infantil en contextos de vulnerabilidad (21,25). Sin embargo, la evidencia también indica que la estructura familiar por sí sola no explica los resultados nutricionales, ya que estos dependen de factores como recursos económicos, apoyo social y acceso a servicios comunitarios (20). En consecuencia, las puntuaciones más elevadas observadas en hogares sin figura paterna no deben interpretarse como evidencia de menor riesgo nutricional, sino como un posible indicador de recursos compensatorios familiares, comunitarios o institucionales. Esta interpretación coincide con investigaciones que destacan el papel del capital social materno, las redes de

apoyo y las intervenciones comunitarias en la mejora de las prácticas de cuidado y del estado nutricional infantil (4,22,26).

La ausencia de diferencias en el factor de conocimientos sugiere que esta dimensión podría mantenerse relativamente estable independientemente de la estructura familiar. Este hallazgo respalda la necesidad de estrategias educativas universales complementadas con apoyos específicos para familias en situación de mayor vulnerabilidad (27). Asimismo, las puntuaciones más bajas observadas en este factor indican la conveniencia de fortalecer las acciones educativas, comunitarias y estructurales en contextos con baja alfabetización nutricional (28,29).

La escala EPC-DCI ofrece potencial para orientar intervenciones y políticas públicas en Ecuador, especialmente en comunidades ancestrales (11,30,31). Su capacidad para detectar diferencias entre grupos familiares la posiciona como herramienta de diagnóstico y monitoreo, en línea con iniciativas como el Plan Estratégico Intersectorial Ecuador Crece Sin Desnutrición Infantil (2021). Además, su enfoque en prácticas familiares modificables facilita su integración en programas multisectoriales que abordan la DCI desde la nutrición, la salud y el saneamiento. Teóricamente, contribuye a la operacionalización de conocimientos y prácticas como variables cuantitativas, ampliando estudios cualitativos previos (15) y sirviendo de base para investigaciones comparativas en contextos latinoamericanos.

Limitaciones y futuras investigaciones

El estudio presenta limitaciones. El desarrollo de la escala en un contexto específico restringe su generalización, y el tamaño muestral no alcanza la ratio clásica 1:10; sin embargo, la literatura reciente señala que la adecuación del AFE depende más de las propiedades de los datos que de criterios fijos. En consecuencia, los resultados deben interpretarse con cautela y requieren replicación en muestras mayores.

Asimismo, la administración mediante

entrevista por promotoras, aunque garantizó inclusión y comprensión, puede haber introducido sesgos de deseabilidad social o influencia del entrevistador. Esta decisión respondió a criterios de accesibilidad y equidad, pero plantea la necesidad de estandarizar el protocolo y la formación de los aplicadores.

Futuros estudios deberían evaluar la sensibilidad al cambio pre-post intervención, analizar variables socioeconómicas asociadas a la DCI (2,3) y examinar su aplicabilidad en contextos urbanos. La incorporación de métodos mixtos permitiría profundizar en las percepciones familiares.

Conclusiones

Según el objetivo planteado en este estudio los resultados aquí reportados aportan evidencia preliminar sobre el comportamiento psicométrico de la escala EPC-DCI y sugieren que podría ser útil para evaluar intervenciones centradas en la familia, así como para generar información que contribuya al diseño de estrategias públicas orientadas a abordar la DCI en entornos similares.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las promotoras por su colaboración en el trabajo con las familias y en especial a Diana Barros por su colaboración en la organización de la intervención. Proyecto financiado por la Junta de Beneficencia de Guayaquil: Proyecto Adaptación e Implementación de PCF para la Prevención y Reducción de la DCI de Sinchal.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

MFJ y CTEM: Conceptualización, metodología, investigación, administración del proyecto, redacción, revisión y edición del manuscrito.

MAM: revisión y edición del manuscrito.

CP: Investigación, trabajo de campo, recolección de datos, revisión y edición del manuscrito.

PGG: Análisis formal, procesamiento de datos, análisis estadístico, interpretación de resultados, revisión y edición del manuscrito.

Referencias

- Reinhardt K, Fanzo J. Addressing chronic malnutrition through multi-sectoral, sustainable approaches: a review of the causes and consequences. *Front Nutr*. 2014; 1:13. <https://doi.org/10.3389/fnut.2014.00013>
- Flores P, Congacha G. Factores asociados a la desnutrición crónica infantil en Ecuador. Estudio basado en modelos de regresión y árboles de clasificación. *Perfiles*. 2021;1(26):21-33. <https://doi.org/10.47187/perf.v1i26.132>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta nacional sobre desnutrición infantil - ENDI. Quito: INEC; 2023.
- Dunst CJ, Trivette CM, Hamby DW. Meta-analysis of family-centered helping practices research. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*. 2007;13(4):370-378. <https://doi.org/10.1002/mrdd.20176>
- Briar-Lawson K, Lawson HA, Hennon CB, Jones AR. Family-centered policies and practices: international implications. New York: Columbia University Press; 2001. <https://doi.org/10.7312/brial2106>
- Espe-Sherwindt M. Family-centred practice: collaboration, competency and evidence. *Support Learn*. 2008;23(3):136-143. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9604.2008.00384.x>
- Dunst CJ, Hamby DW, Wilson LL, Espe-Sherwindt M, Nelson DE. Practitioner-informed improvements to early childhood intervention performance checklists and practice guides. *REID Res Eval Educ*. 2017;3(1):12-27. <https://doi.org/10.21831/reid.v3i1.14158>
- Frugone-Jaramillo M, Escorcía-Mora CT, Ortiz E, Quinde-Chalén DF, Ordóñez Legarda P, Boyce L. Intervención basada en rutinas como apoyo a la participación familiar para el desarrollo del lenguaje en bebés prematuros. *Rev Logop Foniatr Audiol*. 2020;40(3):110-117. <https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2020.02.005>
- García-Sánchez FA, Escorcía Mora CT, Sánchez-López MC, Orcjada-Sánchez N, Hernández Pérez E. Atención temprana centrada en la familia. *Siglo Cero*. 2014;45(251):6-27. <https://sid-inico.usal.es/wp-content/uploads/2018/11/Atencion-temprana-centrada-en-la-familia.pdf>
- Escorcía-Mora C, Rodríguez-García L, García-Sánchez FA. Guía de intervención logopédica en atención temprana centrada en la familia. Madrid: Síntesis; 2023.
- Frugone-Jaramillo M, Gràcia M. Family-centered approach in early childhood intervention of a vulnerable population from an Ecuadorian rural context. *Front Psychol*. 2023; 14:1272293. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1272293>
- Bhutta ZA, Das JK, Rizvi A, Gaffey MF, Walker N, Horton S, et al. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *Lancet*. 2013;382(9890):452-477. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60996-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60996-4)
- Victora CG, Christian P, Vdaletti LP, Gatica-Domínguez G, Menon P, Black RE. Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: variable progress towards an unfinished agenda. *Lancet*. 2021;397(10282):1388-1399. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00394-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00394-9)
- Lara R, García K, Valencia L, Silva A. Estudio de conocimientos, actitudes y prácticas de alimentación complementaria entre cuidadores de niños de 6 a 23 meses de edad de una comunidad rural del Ecuador: un estudio transversal. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2024;28(4):266-276. <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.4.2200>
- Launiala A. How much can a KAP survey tell us about people's knowledge, attitudes and practices? Some observations from medical anthropology research on malaria in pregnancy in Malawi. *Anthropol Matters*. 2009;11(1):1-13. <https://doi.org/10.22582/am.v11i1.31>
- Kline RB. Principles and practice of structural equation modeling. 2nd ed. New York: Guilford Press; 2005.
- Pituch KA, Stevens JP. Applied multivariate statistics for the social sciences: analyses with SAS and IBM's SPSS. 6th ed. New York: Routledge; 2016. <https://doi.org/10.4324/9781315814919>
- Tabachnick BG, Fidell LS. Using multivariate statistics. 7th ed. Boston: Pearson; 2019.
- Hu L, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Struct Equ Modeling*. 1999;6(1):1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Mejorar la nutrición infantil: el imperativo para el progreso mundial que es posible lograr. Nueva York: UNICEF; 2013.
- Yani DI, Rahayuwati L, Sari CWM, Komariah M, Fauziah SR. Family household characteristics and stunting: an update scoping review. *Nutrients*. 2023;15(1):233. <https://doi.org/10.3390/nu15010233>
- Fernández A, Martínez R, Carrasco I, Palma A. Impacto social y económico de la doble carga de la malnutrición: modelo de análisis y estudio piloto en Chile, Ecuador y México. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 2017. <https://doi.org/10.18356/d4855547-es>
- Escorcía-Mora CT, García-Sánchez FA, Sánchez-López MC, Hernández-Pérez E. Styles Questionnaire of Interaction between Parents and Practitioners in Early Intervention: content validity. *An Psicol*. 2016;32(1):148-157. <https://doi.org/10.6018/analesps.32.1.202601>
- Jeslin, Astina J. The relationship between Indonesian young people's knowledge, attitude and practice (KAP) of MyPlate with sociodemographic, body satisfaction, accessibility, and source of information. *Glob Health Promot*. 2023;30(4):35-44. <https://doi.org/10.1177/17579759231182472>
- Ntoimo LFC, Odimegwu CO. Health effects of single motherhood on children in sub-Saharan Africa: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2014; 14:1145. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1145>

26. Juárez M, Dionicio C, Sacuj N, Lopez W, Miller AC, Rohloff P. Community-based interventions to reduce child stunting in rural Guatemala: a quality improvement model. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):773. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020773>
27. Chan M, Lake A, Hansen K. The early years: silent emergency or unique opportunity? *Lancet*. 2017;389(10064):11-13. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31701-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31701-9)
28. Black MM, Creed-Kanashiro HM. ¿Cómo alimentar a los niños?: la práctica de conductas alimentarias saludables desde la infancia. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2012;29(3):373-378. <https://doi.org/10.1590/s1726-46342012000300013>
29. Molina-Vera A. Políticas públicas basadas en evidencia científica: ¿las intervenciones de agua, saneamiento e higiene tienen efecto en diarreas y en el crecimiento del niño? En: *Boletín de Política Económica* No. 15 - Política social. Guayaquil: Centro de Investigaciones Económicas, FCSH-ESPOL; 2021. p. 12-18.
30. Rivera Vásquez J. *Malnutrición infantil en Ecuador: progresos y desafíos*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador; Corporación Editora Nacional; 2022.
31. Richter LM, Daelmans B, Lombardi J, Heymann J, Boo FL, Behrman JR, et al. Investing in the foundation of sustainable development: pathways to scale up for early childhood development. *Lancet*. 2017;389(10064):103-118. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31698-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31698-1)

Recibido: 03/10/2025
Aceptado: 27/04/2026

Sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* enterohemorrágica bajo diferentes condiciones de bioconservación y almacenamiento

Caren Brenes Sánchez¹ , Mauricio Redondo-Solano² , Natalia Barboza³ , Rodolfo WingChing-Jones^{1,4} .

Resumen: Introducción: Las dietas frescas para mascotas son populares por su contenido nutricional y menor uso de aditivos. Sin embargo, se debe prestar atención a la inocuidad de estos alimentos, las bacterias ácido lácticas (BAL) podrían ser una opción para mejorar su conservación y reducir el uso de preservantes sintéticos. **Objetivo:** Evaluar la sobrevivencia y el crecimiento de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica en carne de res, analizando el efecto de un bioconservante y el almacenamiento a bajas temperaturas. **Materiales y métodos:** Se trabajó con muestras de carne molida (10 g cada una). A todas las muestras se les realizó un análisis proximal con el fin de determinar sus características fisicoquímicas. Asimismo, se efectuó el recuento de coliformes totales, coliformes fecales y bacterias ácido lácticas (BAL). Se evaluó la sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* enterohemorrágica en carne molida almacenada a -18 °C durante cuatro semanas. Además, se determinó la sobrevivencia de ambos patógenos a 4 °C y 10 °C durante siete días en presencia de *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* I-C1 y *L. paracasei* subsp. *tolerans* II-C2-C, evaluados como bioconservante. Todos los ensayos se realizaron por triplicado. **Resultados:** Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de carne molida evidenciaron características adecuadas para la evaluación de la sobrevivencia bacteriana. Se encontró que ambos patógenos sobreviven a -18 °C durante cuatro semanas en las muestras inoculadas de carne molida. Cuando se evaluaron en presencia de los bioconservante a 4 °C hay una reducción de *Salmonella* spp. tanto en el control, como en los tratamientos, lo que sugiere que tanto la temperatura (4°C) como las BAL favorecen la reducción del patógeno, el mismo patrón se observó con *E. coli* enterohemorrágica. Sin embargo, a 10 °C los resultados muestran un crecimiento de ambos patógenos de aproximadamente 3 log UFC/g para todos los tratamientos. **Conclusiones:** La aplicación de antimicrobiano podrían contribuir a mejorar la calidad e inocuidad en alimentos frescos para mascotas. Se señala la importancia de mantener la cadena de frío y realizar una adecuada descongelación del producto. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 215-226.**

Palabras clave: Inocuidad, materia prima, bacterias, dietas frescas, mascotas.

Abstract: Survival of *Salmonella* spp. and enterohemorrhagic *Escherichia coli* under different biopreservation and storage conditions. Introduction: Fresh pet food diets are popular due to their nutritional content and reduced use of additives. However, special attention must be given to the safety of these foods, and lactic acid bacteria (LAB) may represent an alternative to improve preservation and reduce the use of synthetic preservatives. **Objective:** To evaluate the survival and growth of *Salmonella* spp. and enterohemorrhagic *Escherichia coli* in beef, assessing the effect of a biopreservative and low-temperature storage. **Materials and Methods:** Ground beef samples (10 g each) were analyzed. Proximate analysis was performed on all samples in order to determine their physicochemical characteristics. In addition, total coliforms, fecal coliforms, and lactic acid bacteria (LAB) counts were determined. The survival of *Salmonella* spp. and enterohemorrhagic *Escherichia coli* in ground beef stored at -18 °C for four weeks was evaluated. Furthermore, the survival of both pathogens at 4 °C and 10 °C for seven days was determined in the presence of *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* I-C1 and *L. paracasei* subsp. *tolerans* II-C2-C, evaluated as biopreservatives. All assays were performed in triplicate. **Results:** Physicochemical and microbiological analyses of the ground beef samples showed suitable characteristics for the evaluation of bacterial survival. Both pathogens survived at -18 °C for four weeks in inoculated ground beef samples. When evaluated in the presence of the biopreservatives at 4 °C, a reduction in *Salmonella* spp. was observed in both the control and treatment groups, suggesting that both low temperature (4 °C) and LAB contributed to pathogen reduction. A similar pattern was observed for enterohemorrhagic *E. coli*. However, at 10 °C, the results showed growth of both pathogens of approximately 3 log CFU/g in all treatments. **Conclusions:** The application of antimicrobials may contribute to improving the quality and safety of fresh pet foods. The importance of maintaining the cold chain and performing proper thawing of the product is emphasized. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 215-226.**

Keywords: Safety, raw material, bacteria, fresh diets, pets.

Introducción

En la actualidad el alimento balanceado sigue siendo la opción más común para la alimentación de mascotas; estos productos se diseñan según la especie, la etapa fisiológica y las necesidades nutricionales de cada animal (1). No obstante, cada vez más personas exploran alternativas de alimentación, las dietas frescas son una

¹Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
² Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
³ Escuela de Tecnología de Alimentos, Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
⁴ Centro de Investigación en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Autor para la correspondencia: Rodolfo WingChing-Jones, e-mail: rodolfo.wingching@ucr.ac.cr



propuesta de alimentación no procesada que busca maximizar el valor nutricional de los ingredientes y reducir el uso de aditivos sintéticos (2).

Las dietas frescas han ganado popularidad entre quienes buscan una opción más natural para alimentar a sus perros y gatos, debido a que se elaboran con carne cruda, huesos y órganos de animales cosechados para consumo humano, como los bovinos o pollo (3), y buscan conservar el valor biológico de los nutrientes al evitar procesos industriales que impliquen conservantes o altas temperaturas (2). Dentro de estas opciones se incluyen la dieta BARF (*Biologically Appropriate Raw Food*), compuesta por un 60–80 % de alimentos crudos de origen animal complementados con frutas y vegetales, y la dieta ancestral, que también prioriza ingredientes animales y minimiza el contenido de carbohidratos y vegetales (1, 4).

Sin embargo, uno de los desafíos de las dietas frescas es su inocuidad microbiológica (5). Diversos estudios han demostrado que las fuentes proteicas utilizadas en dietas frescas pueden presentar niveles elevados de contaminación bacteriana. Alternativas como el pollo, la carne de res o el pavo representan un riesgo significativo si no se manipulan correctamente (6). Entre los microorganismos que suelen encontrarse en estas proteínas están los coliformes termotolerantes y bacterias patógenas como *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni*, *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *Salmonella*, y el protozoario *Toxoplasma gondii*, ampliamente reconocidos por su relevancia en la industria alimentaria (7-9).

Se ha encontrado la presencia de *Salmonella* spp. y EHEC en dietas crudas para mascotas y en productos cárnicos bovinos (9-11). Sin embargo, hay vacíos respecto a la sobrevivencia de ambos patógenos en carne molida bovina bajo condiciones de almacenamiento propias de este tipo de alimento. La mayoría de los trabajos disponibles se han centrado en la prevalencia microbiológica o en estrategias generales de conservación (12-14), sin evaluar de manera específica las diferencias en tolerancia y

persistencia entre *Salmonella* spp. y EHEC en matrices cárnicas crudas destinadas al consumo animal.

La carne de res, en particular, es un ingrediente común en estas formulaciones. Se trata de un alimento perecedero que, debido a su composición y a las condiciones de almacenamiento, puede favorecer el crecimiento de microorganismos si no se maneja adecuadamente (4, 15). Su alto contenido de humedad y nutrientes, un valor de actividad de agua (*aw*) cercano a 0,98 y un pH *post mortem* entre 5,5 y 5,8 crean un entorno ideal para la proliferación microbiana (15). Aunque la refrigeración y la congelación son métodos utilizados para extender la vida útil de la carne cruda, estos no siempre logran eliminar la presencia de patógenos (16, 17). El uso de altas temperaturas no es una opción pues la idea es que el producto se mantenga en su estado fresco.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) han sido propuestas como una alternativa debido a su capacidad para producir metabolitos antimicrobianos, tales como ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas, que pueden inhibir patógenos transmitidos por alimentos (18-20). Diversos estudios han demostrado actividad antagonista de BAL frente a *Escherichia coli* y otros microorganismos de importancia alimentaria (21, 22). Además, algunas especies del género *Lactobacillus* han mostrado potencial para el biocontrol de patógenos en matrices alimentarias mediante producción de péptidos antimicrobianos y acidificación del medio (23). No obstante, la mayoría de las investigaciones disponibles se han enfocado en alimentos fermentados o modelos microbiológicos generales, mientras que existe información limitada sobre la sobrevivencia de *Salmonella* spp. y EHEC en carne molida bovina destinada a dietas crudas para mascotas, así como sobre la eficacia de BAL específicas en este tipo de matrices.

El interés en las BAL radica en su capacidad para competir con la microbiota indeseable y controlar la proliferación de patógenos mediante la producción de compuestos antimicrobianos, sin afectar de manera negativa las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la carne (24). El uso de las BAL como bioconservante es relevante dado que las dietas frescas suelen contener carne cruda (como la de res) que, por su alta humedad y valor de actividad de agua, crea condiciones ideales para el crecimiento microbiano si no se maneja adecuadamente (15). Dado lo anterior, la incorporación de BAL puede ser una manera para

mejorar la inocuidad de dietas frescas para animales, extendiendo además su vida útil y reduciendo la necesidad de conservantes sintéticos (25;26).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la sobrevivencia y el crecimiento de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica en carne de res destinada a la alimentación de mascotas, analizando el efecto de un bioconservante y el almacenamiento a bajas temperaturas. Esta investigación busca aportar información clave sobre la seguridad microbiológica de las dietas frescas para mascotas y el uso potencial de bioconservante como estrategia de conservación natural.

Materiales y métodos

Obtención de muestras

Se trabajó con muestras de carne molida de origen bovino (5 % de grasa). Se adquirieron un total de nueve lotes en distintos días, entre febrero y julio del año 2024, que fueron adquiridos en un supermercado local, cercano al Campus Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica (9°56'14.33"N 84°02'56.74"). En todos los casos se procuró que cada lote muestreado hubiera sido procesado y empacado el día de la compra. Cada lote se trasladó al laboratorio en hielera para conservar la cadena de frío.

Análisis fisicoquímico

Se realizó la caracterización fisicoquímica de cada lote de carne molida. Se determinó el contenido de proteína, grasa cruda, humedad y ceniza siguiendo los protocolos previamente descritos (27-30).

Análisis microbiológico de las muestras de carne molida

Se realizó el recuento de coliformes totales y termotolerantes de acuerdo con lo descrito por Arias-Echandi et al. (31). Se pesaron 10 g de carne molida, a la cual se le agregó 90 mL de agua peptonada (APE) al 0,1 % y se colocó en el homogenizador por 30 s. A partir del homogenizado se realizaron diluciones decimales seriadas hasta 10^5 en tubos con 9 mL de APE al 0,1 % y se agregó 1 mL de cada dilución a placas con agar bilis rojo violeta (ABRV) (Oxoid™, Basingstoke, UK) por vaciado y cuadruplicado. Las diluciones elegidas para los recuentos toman en cuenta las poblaciones esperadas para muestras frescas de carne molida. Seguidamente se aplicó una sobrecapa de 3 mL de ABRV y se procedió

a la incubación. Las placas fueron incubadas a 35°C durante 48 h para la determinación de coliformes totales y para el recuento de coliformes termotolerantes se mantuvieron a 44°C por 24 h. Se contaron las placas que tuvieran entre 25 y 250 colonias y los resultados se reportaron como log UFC/g (Límite de detección = 10 UFC/g).

Recuento de bacterias lácticas

Se pesaron 10 g de carne molida y se le agregó 90 mL de APE 0,1 %. La mezcla fue homogeneizada (30 segundos) y se prepararon diluciones decimales en APE hasta 10^5 . De cada dilución se sembraron 100 µL en placas de agar De Man Rogosa y Sharpe (MRS) (Oxoid™, Basingstoke) por duplicado. Finalmente, se incubaron las placas a 25°C durante 2 días en atmósfera de capnofilia (31). Se contaron las placas que tuvieran entre 25 y 250 colonias y los resultados se reportaron como log UFC/g (Límite de detección = 100 UFC/g).

Determinación de la sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* enterohemorrágica a -18 °C durante cuatro semanas

Preparación del inóculo de *Salmonella* spp. Para la inoculación de *Salmonella* spp. se preparó un cóctel bacteriano que consistió en una mezcla de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium 93, *S. enterica* 750, *S. enterica* 80, *Salmonella* spp. DA36 y *S. Typhimurium* 612. Estos aislamientos son parte de la colección del Laboratorio de Investigación y Entrenamiento en Microbiología de Alimentos (LIMA) del Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Cada aislamiento fue sembrado por estría en agar sangre e incubado a 35°C durante 48 h. A partir de una colonia de cada cepa, se realizó una inoculación en tubos con 9 mL de caldo Trypticase de Soya (CTS, Merck, Darmstadt). La incubación se llevó a cabo a 35°C durante 24 h. Transcurrido este tiempo, se tomaron 3 mL de cada cultivo y se colocaron en un tubo estéril. Los tubos fueron centrifugados durante 5 min, se eliminó el sobrenadante y se añadieron 15 mL de APE. El proceso de centrifugado y eliminación del líquido se repitió, añadiendo

nuevamente 15 mL de APE, lo que permitió obtener el cóctel final. Los cultivos en fase estacionaria se mezclaron en proporciones iguales. A partir del cóctel inicial de *Salmonella* spp. se realizaron diluciones decimales para obtener una población de 7,0 log UFC/mL. Finalmente, se inocularon 100 µL en 10 g de carne molida, con el objetivo de alcanzar una población inicial del patógeno de 4,0-5,0 log UFC/mL. Se prepararon un total de cinco muestras las cuales se colocaron en bolsas plásticas transparentes y estériles, que luego fueron selladas en atmósfera aerobia. Cada una fue inoculada con el cóctel previamente descrito y la suspensión se distribuyó manualmente de manera uniforme dentro de la bolsa, posteriormente fueron almacenadas a -18 °C (31). El recuento microbiológico de cada muestra se realizó al inicio de la inoculación y en los días 7, 14, 21 y 28. Todos los ensayos se llevaron a cabo por triplicado, considerando cada réplica como una repetición biológica independiente.

Determinación de la carga bacteriana de Salmonella spp. en carne molida. A cada muestra de carne molida inoculada se le agregaron 90 mL de APE y posteriormente se homogenizaron (30 segundos). Se tomó un 1 mL y se prepararon diluciones seriadas (6 diluciones con base en la población inoculada) en tubos de ensayo que contenían 9 mL de APE y se sembraron, por duplicado 100 µL de cada dilución en placas de agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD, Oxoid™, Basingstoke). Las placas se incubaron a 35°C por 24 h (32). Las muestras fueron cuantificadas durante cuatro semanas, para ello se descongeló la muestra a temperatura de refrigeración durante 18 h previo al análisis (31).

Preparación del inóculo de E. coli enterohemorrágica. Se utilizó el aislamiento de *Escherichia coli* enterohemorrágica ATCC 35150, que pertenece a la bacterioteca de la Facultad de Microbiología de la UCR. La preparación del inóculo se realizó siguiendo el mismo procedimiento descrito para *Salmonella* spp.; sin embargo, en este caso se utilizó agar MacConkey sorbitol (Oxoid™, Basingstoke)

como medio de cultivo selectivo. El cultivo de EHEC en fase estacionaria alcanzó una concentración de 9,0 log UFC/mL y el mismo se diluyó hasta una concentración de 7,0 log UFC/mL. Posteriormente, se inocularon 100 µL de la suspensión bacteriana en 10 g de carne molida, con el objetivo de obtener una población inicial del patógeno de 5,0 log UFC/mL. Se prepararon cinco muestras de carne molida de 10 g cada una, las cuales se colocaron en bolsas plásticas transparentes y estériles, posteriormente selladas con atmósfera aerobia. Cada muestra fue inoculada con la suspensión bacteriana que fue distribuida manualmente de manera uniforme dentro de la bolsa. Luego, las muestras se almacenaron a -18 °C (31). El recuento microbiológico se realizó al inicio de la inoculación y posteriormente en los días 7, 14, 21 y 28. Todos los ensayos se efectuaron por triplicado, considerando cada réplica como una repetición biológica independiente.

Determinación de la carga bacteriana de E. coli enterohemorrágica en carne molida. Se siguió el protocolo descrito para el caso de *Salmonella* spp. con la diferencia de que las diluciones se sembraron en placas de agar MacConkey Sorbitol (Macs, Oxoid™, Basingstoke).

Determinación de la sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* enterohemorrágica a 4°C en presencia de un bioconservante durante cuatro días.

Preparación del bioconservante. Se trabajó con los aislamientos *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* I-C1 y *L. paracasei* subsp. *tolerans* II-C2-C, aislados de residuos agroindustriales y disponibles en la bacterioteca del Centro Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA, UCR). Ambos aislamientos fueron previamente evaluados por sus propiedades probióticas y efecto antagónico contra patógenos alimentarios (20); de la misma manera se había demostrado que los aislamientos seleccionados eran los que mostraban mejor perfil de sobrevivencia y replicación bajo condiciones de refrigeración (datos sin publicar). Las muestras fueron sembradas por estría en agar MRS (Oxoid™, Basingstoke). Seguido, las placas se incubaron a 35°C durante 48 h en condiciones de capnofilia. Se seleccionó una colonia de cada aislamiento y se colocó en tubos con 9 mL de caldo MRS, los cuales se incubaron a 35°C durante 48 h. Se añadieron 100 µL de cada suspensión obtenida, con el fin de obtener una concentración final de 10⁶ UFC/mL, en cada muestra de carne molida según corresponda se cuantificó la presencia de ambas bacterias patógenas según lo descrito previamente.

Preparación de los tratamientos evaluados a 4°C. Las bacterias patógenas fueron preparadas según lo descrito previamente. Para cada tratamiento, se utilizaron muestras de 10 g de carne molida, las cuales se colocaron en bolsas plásticas estériles, transparentes y herméticamente cerradas (atmósfera aerobia), y posteriormente se almacenaron a 4 °C. El primer tratamiento consistió en la inoculación de las muestras con 7,0 log UFC/mL del cóctel de *Salmonella* spp. El segundo tratamiento consistió en la inoculación conjunta de 7,0 log UFC/mL de *Salmonella* spp. y 10⁶ UFC/mL de *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* I-C1 y *L. paracasei* subsp. *tolerans* II-C2-C. El tercer tratamiento consistió en la inoculación con 5,0 log UFC/mL de *E. coli* enterohemorrágica ATCC 35150. Mientras que el cuarto tratamiento se realizó utilizando *E. coli* a una concentración de 5,0 log UFC/mL del patógeno y las BAL en las concentraciones previamente descritas. Los recuentos microbiológicos de todos los tratamientos se analizaron el día 1, 2, 3 y 4 siguiendo el protocolo descrito anteriormente. Cada tratamiento se evaluó por triplicado, considerando tres repeticiones biológicas independientes para cada una de las muestras.

Medición de crecimiento de Salmonella spp. y Escherichia coli enterohemorrágica en presencia de un bioconservante a 10°C durante cuatro días.

Las bacterias se prepararon según el protocolo previamente descrito y se inocularon en porciones de 10 g de carne molida, las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas estériles, transparentes, herméticamente selladas (atmósfera aerobia) y almacenadas a 10 °C. Se evaluaron los mismos cuatro tratamientos previamente descritos. Los recuentos microbiológicos se realizaron los días 1, 2, 3 y 4 siguiendo el procedimiento establecido.

Diseño experimental

Se realizaron tres réplicas (lotes) para todos los experimentos. Para cada temperatura (-18°C, 4°C y 10°C) se empleó un modelo factorial completo con efectos fijos: presencia del bioconservante (BAL o no BAL), tiempo de almacenamiento e interacciones tiempo x presencia del bioconservante, utilizando un análisis de varianza (ANOVA) sobre los datos microbiológicos (log UFC/g de *Salmonella* spp. o EHEC). Los términos aleatorios incluyeron el día de procesamiento (lote). La significancia se determinó al nivel de 0,05. Se utilizó el programa estadístico InfoStat y cuando los efectos fueron significativos se aplicó la prueba LSD de Fisher para separar los tratamientos.

Resultados

Perfil microbiológico y físicoquímico de la carne molida

La carne molida utilizada en este estudio presentó un contenido proteico del 21,3 %, con niveles moderados de grasa (4,6 %) y humedad (73,1 %); estas características hacen de esta matriz un sustrato adecuado para el desarrollo microbiano si no se almacena de manera correcta. En cuanto al recuento microbiológico inicial, se encontraron valores considerables de coliformes totales (5,1 log UFC/g), coliformes termotolerantes (4,5 log UFC/g) y bacterias ácidolácticas (4,8 log UFC/g) (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis físicoquímico y recuento de indicadores microbiológicos en las muestras de carne molida utilizada para la determinación de sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica en presencia de un bioconservante a distintas temperaturas de almacenamiento

Porcentaje (%) *				Valores (log UFC/g) *		
Proteína	Grasa	Humedad	Cenizas	Coliformes termotolerantes	Coliformes totales	BAL
21,3 ± 0,8	4,6 ± 1,4	73,1 ± 0,9	1,1 ± 0,1	4,5 ± 0,4	5,1 ± 0,4	4,8 ± 0,7

*Valor promedio de 9 muestras

Sobrevivencia de *Salmonella* y *E. coli* durante almacenamiento en congelación

Durante las cuatro semanas de almacenamiento a temperatura de congelación se registraron variaciones en los recuentos microbiológicos. Los resultados para *Salmonella* spp. mostraron algunos cambios, que se deben posiblemente a variación analítica, a la recuperación diferencial de células subletalmente lesionadas, o a efectos metodológicos asociados a la descongelación y al proceso de siembra en medio de cultivo. Aunque se observaron tanto incrementos como disminuciones en los recuentos, hay una ligera tendencia a la reducción de los recuentos durante el período de almacenamiento. En el caso de *E. coli* enterohemorrágica, la carga microbiana se mantuvo más estable, aunque con una tendencia descendente moderada (Tabla 2). Los análisis estadísticos (ANOVA) confirmaron que tanto el tipo de patógeno como el tiempo de almacenamiento influyeron significativamente en su sobrevivencia. Es decir, incluso en congelación, estos microorganismos no solo persisten, sino que pueden mostrar variabilidad en su comportamiento, lo que resalta la importancia de estrategias de control adicionales como los bioconservantes.

Efecto de la temperatura y bioconservante sobre la supervivencia de *Salmonella* spp..

Los recuentos realizados para las muestras almacenadas a 4 °C muestran que los valores de *Salmonella* spp. disminuyeron de forma progresiva, tanto en la carne sin tratamiento como en las muestras inoculadas con BAL. Esta tendencia sugiere que las bajas temperaturas de almacenamiento son el factor más relevante explicando la poca sobrevivencia de *Salmonella* spp. bajo esta condición. Sin embargo, a 10 °C los resultados fueron distintos, ya que se observó un crecimiento de *Salmonella* con el paso de los días, llegando a valores altos (más de 6,6 log UFC/g al cuarto día) (Figura 1). Este resultado también muestra que la aplicación de las BAL como bioconservante no logró atenuar el incremento de la población del patógeno. Esto confirma que la BAL por sí sola no es suficiente si no se mantiene la cadena de frío adecuada.

Crecimiento de *E. coli* enterohemorrágica en función del tiempo, la temperatura y el uso de BAL

Escherichia coli enterohemorrágica mostró una resistencia importante especialmente a temperaturas más altas. A 4 °C, la población se mantuvo estable a lo largo del monitoreo ya que no hubo incrementos ni reducciones significativas. Se evidencia que la presencia del bioconservante tampoco ejerce un efecto

Tabla 2. Datos de recuentos y parámetros estadísticos (valor F y *p*-estadístico asociado para cada factor de interés del ANOVA) de la sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica en carne congelada durante cuatro semanas

Recuento de <i>Salmonella</i> spp. (log UFC/g)					
Semana	0	1	2	3	4
	3,71 ± 0,19	3,27 ± 0,25	3,15 ± 0,22	4,13 ± 0,15	3,56 ± 0,42
Recuento de <i>E. coli</i> enterohemorrágica (logUFC/g)					
	5,44 ± 0,40	5,10 ± 0,53	4,83 ± 0,31	5,08 ± 0,15	4,94 ± 0,48
Factor	F		<i>p</i> -valor		
Patógeno	56,15		0,0017		
Semana	6,85		0,0021		
Patógeno*Semana	3,84		0,0227		

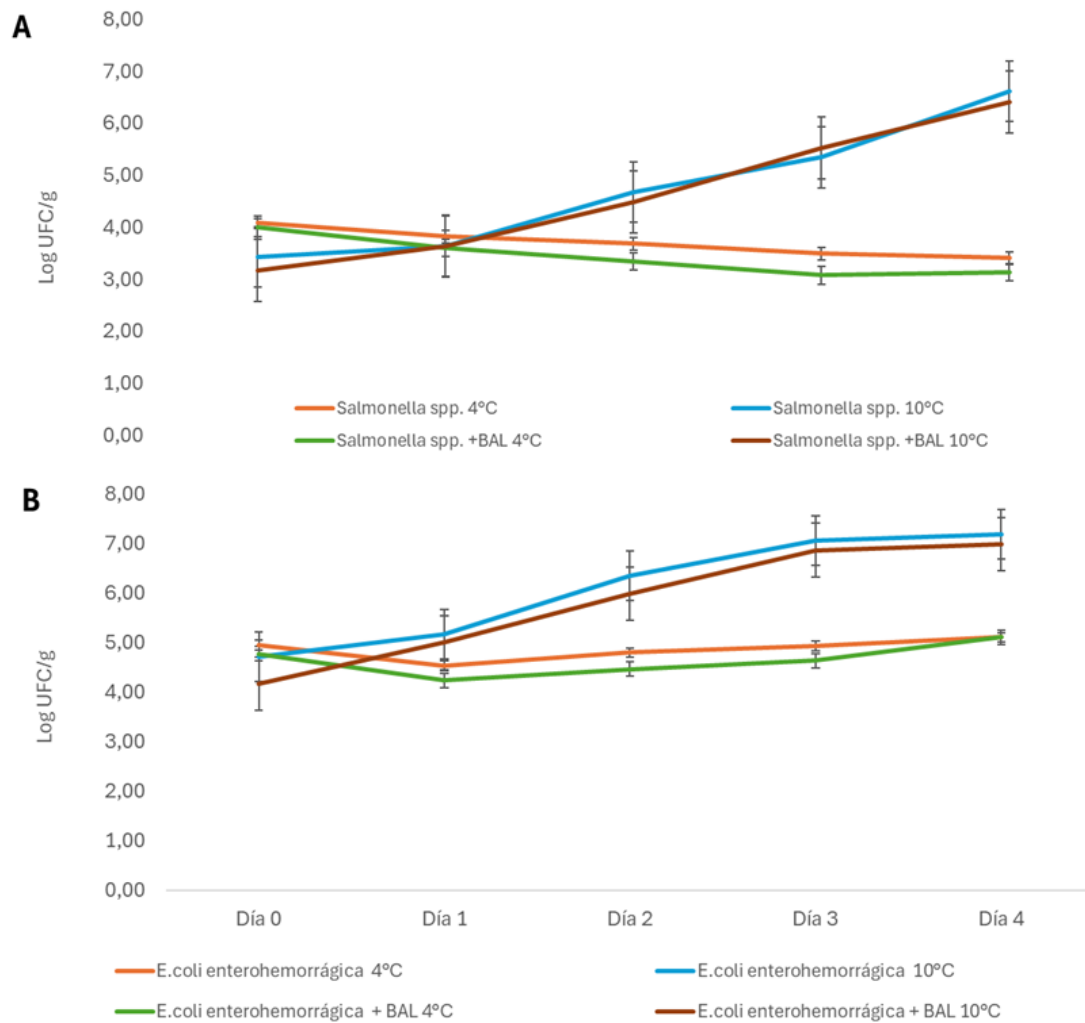


Figura 1. Supervivencia y crecimiento de *Salmonella* spp. (A) y *Escherichia coli* enterohemorrágica (B) en carne molida almacenada a dos temperaturas y en presencia del bioconservante.

importante sobre *E. coli*. De la misma forma, a 10 °C se muestra una proliferación acelerada, alcanzando más de 7 log UFC/g en el día 4, tanto en las muestras con cómo sin bioconservante. Aunque la adición de la BAL redujo levemente los recuentos, el impacto no fue suficiente para detener el crecimiento de manera efectiva bajo condiciones de temperatura de abuso (Figura 1). Este resultado refuerza la idea de que la eficacia del bioconservante es limitada y puede estar ligada a otros factores y la presencia de otros métodos de conservación.

Impacto de las BAL como estrategia de biopreservación

Las BAL estudiadas no demostraron poseer un efecto inhibitorio significativo frente a ninguno de

los patógenos, independientemente de la temperatura de almacenamiento de la carne. Sin embargo, en algunos tramos de tiempo hay tendencias que sugieren una reducción, sobretodo cuando la temperatura se mantuvo a 4 °C. El ANOVA muestra que el patógeno, la temperatura y el tiempo fueron factores significativos en la evolución de la carga microbiana. Aunque el bioconservante presentó una tendencia favorable, su efecto no fue estadísticamente significativo ($p=0,0556$), lo cual podría atribuirse a variabilidad biológica o requerir dosis más altas. Aun así, se destaca la importancia del control de temperatura, que sí demostró una

influencia directa sobre el crecimiento de los patógenos.

Discusión

La evaluación química y microbiológica de las muestras de carne molida que se analizaron en esta investigación muestra que los resultados son consistentes con los valores reportados en la literatura para esta materia prima, que se caracterizó por tener valores promedio cercanos al 20 % de proteína, alrededor del 5 % de grasa y una alta humedad, resultados que son habituales en esta matriz y además son importantes para la calidad, estabilidad y comportamiento del producto durante el almacenamiento (33). Es importante señalar que los recuentos de coliformes totales y fecales fueron similares entre todos los lotes evaluados. Los recuentos de coliformes fecales superaron los límites recomendados por el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 (34), que establece un límite máximo de 460 NMP/g (1 NMP $\approx$ 1 UFC) de coliformes fecales para productos cárnicos crudos, lo cual evidencia deficiencias higiénico-sanitarias durante el procesamiento o la manipulación de la carne, que también pueden incrementar el riesgo de contaminación cruzada, así como la presencia de patógenos como *E. coli* y *Salmonella* spp. (35).

Los recuentos de bacterias lácticas encontrados en las muestras de carne molida analizadas al inicio del ensayo fueron elevados (4,8 log UFC/g). Aunque estos microorganismos podrían limitar el crecimiento de bacterias patógenas mediante mecanismos de antagonismo microbiano (36, 37). También debe considerarse su función como agentes de deterioro en productos cárnicos, ya que pueden afectar negativamente la calidad sensorial y la vida útil de los productos derivados (38, 39). Estos factores adquieren especial relevancia en el contexto de dietas frescas para animales de compañía, donde la carne molida de res constituye una materia prima de uso frecuente. Los valores de BAL reportados en este estudio, denotan que el producto se encuentra con un perfil aceptable dentro de

su vida de anaquel, ya que el nivel crítico de bacterias asociadas con deterioro de la carne se ha establecido entre 6,0 y 7,0 log UFC/g (39).

En cuanto a la sobrevivencia de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica durante el almacenamiento en congelación, los resultados muestran que hay una disminución en la población viable durante las primeras dos semanas, seguido por un aumento leve durante la tercera semana, sobre todo para *Salmonella* spp.. Este aparente incremento puede ser explicado por el proceso de descongelación prolongado, que puede permitir la recuperación de células en estado de estrés subletal y la activación de mecanismos de adaptación osmótica, como la biosíntesis de trehalosa en *Salmonella* spp. (40); otra posibilidad es que la variación se deba a diferencias inherentes a cada muestra o la técnica utilizada. Los resultados de *E. coli* enterohemorrágica frente a las condiciones de congelación coinciden con estudios previos que señalan que la congelación no garantiza la eliminación completa de estos patógenos y puede inducir daños subletales que facilitan su persistencia y posible proliferación posterior (41). Por ejemplo, Ro et al. (2015) (42) demostraron que las poblaciones de EHEC se mantienen estables después de 180 días de almacenamiento en congelación y con ciclos intermitentes de congelación-descongelación. Estos resultados enfatizan la necesidad de considerar no solo el almacenamiento a bajas temperaturas, sino también otras medidas de conservación para el control microbiológico en productos cárnicos frescos destinados para mascotas.

Cuando se analizó la sobrevivencia de *Salmonella* spp. a 4 °C se encontró que la bacteria presenta una reducción en su población a lo largo del tiempo, mientras que *E. coli* enterohemorrágica, por el contrario, al parecer se adapta y sobrevive bajo estas condiciones de refrigeración. La aplicación de BAL como bioconservante no mostró un efecto estadísticamente significativo en la reducción de ambos patógenos, dado lo anterior, su eficacia puede estar condicionada por factores como la concentración y la temperatura de almacenamiento (43, 44). Esto podría explicarse por distintos motivos, como una dosis no adecuada de las BAL seleccionadas, la aplicación de dos aislamientos que no son óptimos para la matriz analizada, la adaptación insuficiente de las BAL a la microbiota existente o a los componentes de la carne molida, a un error en el empaque utilizado que no permitiera una correcta acumulación de metabolitos antimicrobianos o una producción reducida de

compuestos inhibidores por las condiciones de temperatura utilizadas. Posiblemente la aplicación de BAL como bioconservantes en productos cárnicos frescos requiera estudios de optimización que tomen en cuenta las variables mencionadas.

En un estudio similar, Smith y colaboradores (22) reportaron reducciones de hasta 3 logaritmos en las poblaciones de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica presentes en carne molida de res inoculada con un cocktail de cuatro cepas de *Lactobacillus acidophilus* (22); sin embargo, los autores emplearon carne molida empacada al vacío, condición no empleada en el presente estudio y que podría favorecer el crecimiento y antagonismo desplegado por las BAL. A temperaturas de abuso, como 10 °C, se observó un crecimiento acelerado para ambas bacterias patógenas, por lo que se señala la importancia crítica de mantener la cadena de frío a lo largo de todas las etapas de manejo y almacenamiento para prevenir el crecimiento de otros microorganismos (45). Existen métodos de conservación cuyo efecto se favorece cuando las poblaciones de patógenos encuentran condiciones favorables de crecimiento(46), por lo que existía la posibilidad de que los bio conservantes empleados tuvieran mayor efecto a 10°C que a 4°C, sin embargo esto no se observó. Sobre esto, Barcenilla et al. (2023) (36) consideran que el uso de BAL como conservantes en carnes deben considerarse solamente como un mecanismo adicional a otros métodos de preservación como es el caso de sustancias antimicrobianas. Existen métodos de conservación cuyo efecto se favorece cuando las poblaciones de patógenos encuentran condiciones favorables de crecimiento (46).

Existen diferencias en los mecanismos de virulencia y adaptación de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica, lo cual complica su control microbiológico. *Salmonella* spp. se caracteriza por su capacidad de adhesión e invasión celular, mientras que *E. coli* posee una gran diversidad de cepas, entre ellas la *E. coli* O157:H7 que tiene capacidad para producir toxinas que afectan la homeostasis celular y dificultan las respuestas inmunes (35). Estas adaptaciones biológicas presentan un desafío para la industria alimentaria, sobre todo en productos con alta manipulación como la carne molida, donde existe elevado riesgo de contaminación cruzada.

Para Costa Rica, no existe una normativa específica para los niveles permisibles de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica en alimentos crudos

destinados a mascotas, aunque la normativa para productos cárnicos humanos establece la ausencia de *Salmonella* spp. y límites estrictos para *E. coli* (RTCA 67.04.50:08) (34). Considerando que las dietas frescas para mascotas pueden manejarse en entornos domésticos, el riesgo de contaminación zoonótica se incrementa, lo que subraya la necesidad de mantener buenas prácticas de manipulación y almacenamiento seguro para proteger la salud tanto de los animales como de sus cuidadores.

Conclusiones

Aunque las BAL presentan potencial como bioconservante, su eficacia para inhibir el crecimiento de *Salmonella* spp. y *E. coli* enterohemorrágica en carne molida requiere investigación adicional. En el caso de los dos aislamientos evaluados en esta investigación se sugiere probar distintas concentraciones, formulaciones y combinaciones de tratamientos. El análisis microbiológico realizado en este trabajo refuerza que existe riesgo asociado al uso de carne fresca como materia prima para la fabricación de alimentos para mascotas. Es esencial diseñar y aplicar estrategias de conservación que mitiguen los riesgos para la salud de los animales y de sus cuidadores, centradas en el control riguroso de la temperatura, buenas prácticas de manipulación y el uso estratégico de tratamientos antimicrobianos previamente evaluados.

Agradecimientos

Este proyecto fue ejecutado con financiamiento de la Vicerrectoría de Investigación (Proyecto B8-457). También se agradece al Laboratorio de Investigación y Entrenamiento en Microbiología de Alimentos (LIMA) del Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET) y a la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica por su apoyo para ejecutar los ensayos.

Conflictos de intereses

Los autores declaramos que no tenemos conflictos de interés en la publicación del presente estudio.

Contribución de los autores

CB: Diseño de estudio y recolección de datos.
MRS: Diseño de estudio, recolección y análisis de datos.

NB: Diseño de estudio, recolección y análisis de datos.

RWJ: Diseño de estudio, recolección y análisis de datos.

Referencias

- Sheffield S., Fiorotto M. L., Davis T. A. Nutritional importance of animal-sourced foods in a healthy diet. *Front. Nutr.* 2024; 11, 1424912. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1424912>
- Główny D., Sowińska N., Cieślak A., Gogulski M., Konieczny K., Szumacher-Strabel M. Raw diets for dogs and cats: Potential health benefits and threats. *Pol J Vet Sci.* 2024; 151-159. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2024.149344>
- Ahmed F, Grazia C M, Morrone S, Cavallo L, Berlinguer F, Dessi G, Tamponi C, Scala A, Varcasia A. Raw meat-based diet (RMBD) for household pets as potential door opener to parasitic load of domestic and urban environment. Revival of understated zoonotic hazards? A review. *One Health*, 2021; 13: 100327. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100327>
- Lyu Y, Wu C, Li L, Pu J. Current evidence on raw meat diets in pets: a natural symbol, but a nutritional controversy. *Animals* 2025; 15(3): 293. <https://doi.org/10.3390/ani15030293>
- Butowski CF, Moon CD, Thomas DG, Young W, Bermingham EN. The effects of raw-meat diets on the gastrointestinal microbiota of the cat and dog: a review. *N Z Vet J* 2022; 70(1): 1-9. <https://doi.org/10.1080/00480169.2021.1975586>
- Wang J, Vaddu S, Bhumanapalli S, Mishra A, Applegate T, Singh M., Thippareddi H. A systematic review and meta-analysis of the sources of Salmonella in poultry production (pre-harvest) and their relative contributions to the microbial risk of poultry meat. *Poult. Sci.* 2023; 102:102566. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102566>
- Freeman L, Chandler M, Hamper B, Weeth L. Current knowledge about the risks and benefits of raw meat-based diets for dog and cats. *J Am Vet Med Assoc* 2013; 243(1): 1549-1558. <https://doi.org/10.2460/javma.243.11.1549>
- Solis D, Toro M, Navarrete P, Faúndez P, Reyes-Jara A. Microbiological quality and presence of foodborne pathogens in raw and extruded canine diets and canine fecal samples. *Front. Vet. Sci.* 2022; 9:799710. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.799710>
- Leonard EK, Pearl DL, Finley RL, Janecko N, Peregrine AS, Reid-Smith R.J, Weese JS. Evaluation of pet-related management factors and the risk of *Salmonella* spp. carriage in pet dogs from volunteer households in Ontario (2005-2006). *Zoonoses Public Health*, 2011, 58(2): 140-149. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2009.01320.x>
- Nilsson O. Hygiene quality and presence of ESBL-producing *Escherichia coli* in raw food diets for dogs. *Infect Ecol Epidemiol* 2015; 5(1): 28758. <https://doi.org/10.3402/iee.v5.28758>
- Hellgren J, Hästö LS, Wikström C, Fernström LL, Hansson I. Occurrence of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium* and *Enterobacteriaceae* in raw meat-based diets for dogs. *Vet Rec* 2019; 184(14): 442. <https://doi.org/10.1136/vr.105199>
- van Bree FPJ, Bokken GCAM, Mineur R, Franssen F, Opsteegh M, van der Giessen JWB, Lipman LJA, Overgaauw PAM. Zoonotic bacteria and parasites found in raw meat-based diets for cats and dogs. *Vet Rec* 2018; 182(2): 50. <https://doi.org/10.1136/vr.104535>
- Weese JS, Staempfli HR, Prescott JF. Survival of *Clostridium difficile* and its toxins in equine feces: Implications for diagnostic test selection and interpretation. *J Vet Diagn Invest* 2000; 12(4):332-336. <https://doi.org/10.1177/104063870001200406>
- Powell DJ, Li D, Smith B, Chen WN. Cultivated meat microbiological safety considerations and practices. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2025; 24(1): e70077. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70077>
- Kiprotich S., Aldrich Ch. A review of food additives to control the proliferation and transmission of pathogenic microorganisms with emphasis on applications to raw meat-based diets for companion animals. *Front. Vet. Sci.* 2022; 9:1049731. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1049731>
- Xu Z, Li Y, Liu Z, Soteyome T, Li X, Liu J. Current knowledge on cryogenic microorganisms and food safety in refrigerators. *Trends Food Sci Technol* 2024; 146: 104382. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104382>
- Kim H, Jang A. Evaluation of the microbiological status of raw pork meat in Korea: Modification of the microbial guideline levels for meat. *Food Sci Biotechnol* 2018; 27(6): 1745-1752. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0356-7>
- Ayala DI, Cook PW, Franco JG, Bugarel M, Kottapalli KR, Loneragan GH., Brashears MM, Nightingale KK. A systematic approach to identify and characterize the effectiveness and safety of novel probiotic strains to control foodborne pathogens. *Front Microbiol* 2019; 10:1108. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01108>
- Arrijoa-Bretón D, Mani-López E, Palou E, López-Malo A. Antimicrobial activity and storage stability of cell-free supernatants from lactic acid bacteria and their applications with fresh beef. *Food Control* 2020; 115, 107286. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107286>

20. Piedra V, Usaga J, Redondo-Solano M, Uribe-Lorío L, Valenzuela-Martínez C, Barboza N. Inhibiting potential of selected lactic acid bacteria isolated from Costa Rican agro-industrial waste against *Salmonella* spp. in yogurt. *Ital J Food Saf* 2024;14(1): 12494. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2024.12494>
21. Koo OK, Kim SM, Kang SH. Antimicrobial potential of *Leuconostoc* species against *E. coli* O157:H7 in ground meat. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 2015; 58(5): 713-720. <https://doi.org/10.1007/s13765-015-0112-0>
22. Smith L, Mann JE, Harris K, Miller MF, Brashears MM. Reduction of *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* in ground beef using lactic acid bacteria and the impact on sensory properties. *J Food Prot* 2005; 68(8):1587-1592. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.8.1587>
23. Ruby JR, Ingham SC. Inhibition of growth of *Escherichia coli* O157:H7 and multidrug-resistant *Salmonella* serovars in raw beef by addition of a presumptive *Lactobacillus sakei* ground beef isolate. *J Food Prot* 2022; 85(6): 916-924. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.2.251>
24. Fadda S, Castellano P, Terán L, Raya R, Vignolo G. Lactic acid bacteria in meat fermentations: role of autochthonous starter cultures on quality, safety, and health. In Vinderola G., Ouwehand A, Salminen S, von Wright A. (eds) *Lactic Acid Bacteria* 2024, pp. 228-246. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003352075>
25. Smaoui S, Echegaray N, Kumar M, Chaari M, D'Amore T, Shariati MA, et al. Beyond conventional meat preservation: saddling the control of bacteriocin and lactic acid bacteria for clean label and functional meat products. *Appl Biochem Biotechnol* 2024; 196(6): 3604-3635. <https://doi.org/10.1007/s12010-023-04680-x>
26. Sionek B, Szydłowska A, Kołożyn-Krajewska D. The role of microorganisms and their antibacterial compounds in food biopreservation. *Appl Sci* 2024; 14(13): 5557. <https://doi.org/10.3390/app14135557>
27. Cortés-Herrera C, Quirós-Fallas S, Calderón-Calvo E, Cordero-Madriral R, Jiménez L, Granados-Chinchilla F, Artavia G. Nitrogen/protein and one-step moisture and ash examination in foodstuffs: Validation case analysis using automated combustion and thermogravimetry determination under ISO/IEC 17025 guidelines. *Curr Res Food Sci* 2021; 4: 900-909. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2021.11.015>
28. AOAC International. (s. f.). AOAC Official Method 960.39: Crude Protein. In AOAC Official Methods of Analysis. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
29. AOAC International. 2006a. AOAC Official Method 950.46B: Moisture in meat. AOAC Official Methods of Analysis. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
30. AOAC International. (s. f.). AOAC Official Method 920.153: Ash of meat. AOAC Official Methods of Analysis. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
31. Arias Echandi ML, Antillón Guerrero FM, Chaves Ulate C, Villalobos Soto L. Microbiología de aguas y alimentos. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica, 2008, pp:141.
32. Granados F, Valenzuela C, García B, Aguilar D, Redondo M, Molina A. Microbiological safety and presence of major mycotoxins in animal feed for laboratory animals in a developing country: The case of Costa Rica. *Animals* 2021;11(8):2389 <https://doi.org/10.3390/ani11082389>
33. Geletu US, Usmael MA, Mummed YY, Ibrahim AM. Quality of cattle meat and its compositional constituents. *Vet Med Int* 2021; 2021(1), 7340495. <https://doi.org/10.1155/2021/7340495>
34. Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 - Carne y productos cárnicos: especificaciones sanitarias. 2009; Disponible en: https://www.comex.go.cr/media/3480/279_anex-243-rtca-67-04-50-08-microbio-may-09.pdf
35. Rodríguez FP, Campos D, Ryser ET, Buchholz AL, Posada-Izquierdo GD, Marks BP, Zurera G, Todd E. A mathematical risk model for *Escherichia coli* O157:H7 cross-contamination of lettuce during processing. *Food Microbiol*, 2011; 28(4), 694-701. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.06.008>
36. Barcenilla C, Puente A, Cobo-Díaz J, Alexa EA, García-Gutiérrez E, O'Connor P, et al. Selection of lactic acid bacteria as biopreservations agents and optimization of their mode of application for the control of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat cooked meat products. *Int. J. Food Microbiol*, 2023; 403, 110341. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110341>
37. Sánchez-Martín J, Botella-Martínez C, García-Béjar B., López-Gómez A. Evaluation of the antimicrobial effect of bioprotective lactic acid bacteria cultures against *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged cold-smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at different Temperatures Foods 2025; 14(11): 1951. <https://doi.org/10.3390/foods14111951>
38. Bolívar A, Martín González L, Rodríguez Romero R, Pérez-Rodríguez F. Predictive modeling and calibration for process control in meat industry: A *Staphylococcus aureus*. Case study. In: Pérez-Rodríguez F, Valero A, Bolivar A. (eds). Basic protocols in predictive microbiology software. Methods and protocols in food Science, Humana, New York, 2025. p. 241-252. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-4112-5_12
39. Redondo-Solano M, Guzmán-Saborío P., Ramírez-Chavarría F, Chaves-Ulate C, Araya-Quesada Y, Araya-Morice A. Effect of the type of packaging on the shelf life of ground rabbit meat. *Food Sci Technol Int* 2022; 28(2):190-199. <https://doi.org/10.1177/10820132211003705>
40. Howells AM, Bullifent HL, Dhaliwal K, Griffin K, de Castro A., Frith G, Tunnacliffe A, Titball RW. Role of trehalose biosynthesis in environmental survival and virulence of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *Res Microbiol*, 2002; 153(5), 281-287. [https://doi.org/10.1016/S0923-2508\(02\)01321-9](https://doi.org/10.1016/S0923-2508(02)01321-9)
41. Cheng Y, Wang X., Liu Y, Qin X, Li Z, Dong Q. Growth and survival characteristics of *Listeria monocytogenes* of different sources and subtype. *LWT* 2023;184:115114. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115114>

42. Ro E. Y, Ko Y. M, Yoon K. S.. Survival of pathogenic enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) and control with calcium oxide in frozen meat products. Food microbiol, 2015, 49, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.02.010>
43. Jarret D, Panagiotis N, Ifigenia G, John N. Acid tolerance of acid-adapted and nonacid-adapted *Escherichia coli* O157:H7 strains in beef decontamination runoff fluids or on beef tissue. Food Microbiol, 2007; 24(5).530-538. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.05.007>
44. Wiktorczyk-Kapischke N, Skowron K., Walecka-Zacharska E, Grudlewska-Buda K, Wnuk K., Buszko K, Gospodarek-Komkowska E. Assessment of the influence of selected stress factors on the growth and survival of *Listeria monocytogenes*. BMC Microbiol, 2023; 23, 27. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02766-4>
45. Mercier S., Villeneuve S., Mondor M., Uysal I. Time-temperature management along the -food cold chain: a review of recent developments. Compr Rev Food Sci Food Saf, 2017; 16(4), 647-667. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269>
46. Leistner L. Basic aspects of Food preservation by hurdle technology. Int J Food Microbiol, 2000, 55(1-3), 181-186. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(00\)00161-6](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(00)00161-6)

Recibido: 11/10/2025
Aceptado: 15/05/2026

Self-efficacy and risky eating behaviour in Chilean students: the mediating role of social anxiety

Nelson Hun¹ , Diego Henríquez² , Alejandra Caqueo-Úrizar³ .

Abstract: Introduction. Risky eating behaviours can lead to social isolation, as sufferers avoid food-related situations, limiting their interaction with friends and family and increasing their sense of loneliness. Although psychological factors such as self-efficacy and social anxiety influence these behaviours, their study has been limited, especially in adolescents.

Objective. This study aims to analyse the mediating role of social anxiety in the relationship between self-efficacy and risky eating behaviours in students from three independent samples in Arica, Chile. **Materials and methods.** The first sample included 206 adolescents (115 females and 91 males) aged 12-18 years ($M=14.39$, $SD=1.66$); the second, 301 adolescents (167 females and 134 males) aged 12-18 years ($M=15.46$, $SD=1.17$); and the third, 321 adolescents (189 females and 132 males) aged 12-19 years ($M=14.87$, $SD=1.72$). Simple mediation models using structural equations were used to assess the mediating effect of social anxiety on the relationship between self-efficacy and risky eating behaviours. **Results.** The estimated models across the three samples suggest that adolescents with higher levels of self-efficacy have lower levels of social anxiety, which is associated with a decrease in risky eating behaviours.

Conclusions. The consistent replication of the mediation model across three independent cohorts provides empirical support for its applicability among Chilean students. In all three samples, higher self-efficacy was associated with lower social anxiety, which, in turn, was related to fewer risky eating behaviours. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 227-234.**

Keywords: self-efficacy, social anxiety, risky eating behaviour, adolescents.

Resumen: Autoeficacia y conductas alimentarias de riesgo en estudiantes chilenos: el rol mediador de la ansiedad social.

Introducción. Las conductas alimentarias de riesgo pueden derivar en aislamiento social. Quienes las presentan tienden a evitar situaciones relacionadas con la comida, limitando su interacción con pares y familiares, aumentando los sentimientos de soledad. Aunque factores psicológicos como la autoeficacia y la ansiedad social influyen en estas conductas, su estudio ha sido limitado, especialmente en los adolescentes. **Objetivo.** Analizar el rol mediador de la ansiedad social en la relación entre la autoeficacia y las conductas alimentarias de riesgo en estudiantes de la ciudad de Arica, Chile pertenecientes a tres muestras independientes. **Materiales y métodos.** La primera muestra incluyó a 206 adolescentes (115 mujeres y 91 hombres) de entre 12 y 18 años ($M=14,39$; $DE=1,66$); la segunda, a 301 adolescentes (167 mujeres y 134 hombres) de entre 12 y 18 años ($M=15,46$; $DE=1,17$); y la tercera, a 321 adolescentes (189 mujeres y 132 hombres) de entre 12 y 19 años ($M=14,87$; $DE=1,72$). Se utilizaron modelos de mediación simple mediante ecuaciones estructurales para evaluar el efecto mediador de la ansiedad social en la relación entre autoeficacia y conductas alimentarias de riesgo. **Resultados.** Los modelos estimados en las tres muestras sugieren que los adolescentes con mayores niveles de autoeficacia presentan menores niveles de ansiedad social, lo que se asocia con una disminución en las conductas alimentarias de riesgo. **Conclusiones.** La replicación consistente del modelo de mediación en tres cohortes independientes aporta respaldo empírico para su aplicación en estudiantes chilenos. En las tres muestras, una mayor autoeficacia se asoció con una menor ansiedad social, la cual, a su vez, se relacionó con menos conductas alimentarias de riesgo. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 227-234.**

Palabras clave: autoeficacia, ansiedad social, conducta alimentaria de riesgo, adolescentes.

Introduction

Risky eating behaviours (RAB) represent a growing public health challenge, especially in adolescents and young adults (1). Adolescence is a particularly relevant developmental stage

for examining RAB because rapid physical and psychosocial changes coincide with increasing autonomy over food choices, greater concern about body image, and heightened sensitivity to peer evaluation. These conditions may increase vulnerability to maladaptive eating behaviours and make self-efficacy and social anxiety especially relevant factors for early prevention (2). These behaviours are associated not only with physical consequences, such as malnutrition, electrolyte imbalances, and gastrointestinal problems, but also with psychological implications (3). People living with RAB often

¹Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile. ²Centro de Justicia Educacional, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. ³Instituto de Alta Investigación, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

Autor para la correspondencia: Nelson Hun, e-mail: nelsonhunga@santotomas.cl



experience high levels of emotional distress, low self-esteem, depression and anxiety (4). These problems can lead to social isolation, as sufferers often avoid situations where food is present, limiting their interaction with friends and family and exacerbating feelings of loneliness (5). This combination of physical and psychological symptoms can have a significant impact on the quality of life of these people, affecting their performance in daily life, their interpersonal relationships and their emotional well-being (6). It is important to note that the long-term consequences can be even more severe, with an increased risk of chronic medical complications, hospitalisation and, in some cases, an increased risk of mortality (7).

Among the psychological factors that influence the development and maintenance of these behaviours, self-efficacy and social anxiety have been reported as under-explored variables of interest that deserve special attention (8-11).

Self-efficacy, defined as a person's belief in his or her ability to perform the actions necessary to achieve a goal (12), has been shown to be inversely related to several problem behaviours, including eating-related behaviours such as food restriction, binge eating and emotional eating (10, 13). In this context, the perception of control favours individual performance, allowing those who believe in their capacity to generate positive events in their lives to adopt a more active and autonomous attitude (14). The relevance of such beliefs lies in their impact on personal motivations, the level of commitment to task performance and the ability to tolerate frustration (15). People who are confident in their ability to take specific problem-solving actions tend to show greater commitment to those actions (16). Consequently, a high sense of competence facilitates cognitive processes and optimises performance in different domains, constituting a key motivational factor that drives more effective decision-making, even in the face of adverse conditions. Individuals with low self-efficacy may experience greater

vulnerability to developing RAB, as they tend to feel that they cannot adequately control their behaviour in stressful situations (13). Quasi-experimental studies in children have reported that increased knowledge about healthy eating and increased self-efficacy are significant predictors of future eating behaviours (17).

On the other hand, social anxiety, characterised by a persistent fear of situations in which the person may be negatively evaluated by others, has frequently been linked to the development of RAB (18). Social embarrassment, fear of ridicule and negative self-evaluation can lead people to develop maladaptive behaviours, such as excessive control of eating, as a way of coping with anxiety (19).

In children, social anxiety together with punishment, parental nutritional knowledge, pressure to eat, family function and the child's perception of weight have been reported to have a large effect on the eating behaviour of overweight or obese children (20).

The aim of the present research is to analyse the mediating role of social anxiety on the effect of self-efficacy on risky eating behaviours in students from three cohorts. It is hypothesised that social anxiety significantly mediates the negative effect of self-efficacy on risky eating behaviours in students from the three cohorts, such that higher self-efficacy is associated with lower levels of social anxiety, which in turn is related to a reduction in risky eating behaviours. The use of three independent cohorts allows for the evaluation of the replicability of the proposed mediation model, rather than a multi-group comparison.

Materials and methods

Design

Three cross-sectional studies (21) were conducted in three different years with three samples of adolescent primary and secondary school students. In all three cases the sampling was purposive based on the accessibility of the participants.

Participants

Study 1

The first sample consisted of 206 participants, of whom

115 (55.8%) were female and 91 (44.2%) males, aged between 12 and 18 years ($M=14.39$; $SD=1.66$). Of the participants, 87.4% ($n=180$) were Chilean and 12.6% ($n=26$) were foreigners. The sample consisted of participants from nine educational institutions. Of the total, 22.8% ($n=47$) attended public schools, while 77.2% ($n=159$) came from private subsidized (state-funded private) schools.

Study 2

The second sample consisted of 301 participants, of whom 167 (55.5%) were female and 134 (44.5%) males, aged between 12 and 18 years ($M=15.46$; $SD=1.17$). Of the participants, 90.4% ($n=272$) were Chilean and 9.6% ($n=29$) were foreigners. The sample consisted of participants from seven educational institutions. Of the total, 75.1% ($n=226$) attended public schools, 19.3% ($n=58$) attended subsidised private schools and 5.6% ($n=17$) attended private schools.

Study 3

The third sample consisted of 321 participants, of whom 189 (58.9%) were female and 132 (41.1%) males, aged between 12 and 19 years ($M=14.87$; $SD=1.72$). Of the participants, 85.9% ($n=276$) were Chilean, 8.7% ($n=28$) were foreigners, and 5.3% ($n=17$) did not provide this information. The sample consisted of participants from eight educational institutions. Of the total, 50.8% ($n=163$) attended public schools, 31.2% ($n=100$) private subsidised schools and 18.1% ($n=58$) private paid schools.

Instruments

Self-efficacy. To measure this variable, the General Self-efficacy Scale of Jerusalem and Schwarzer (22) was used in its Spanish adapted version of 10 items (23-24) which has presented good psychometric properties in Chilean population in both adolescents and adults (15). The scale is presented with four response options ranging from 'Incorrect' [1] to 'True' [4]. Higher scores reflect higher levels of self-efficacy (e.g., 'I can find a way to get what I want, even if someone opposes me'). In all three studies, the scale scores had adequate Cronbach's Alpha coefficients ($S1=.91$; $S2=.91$; $S3=.89$).

Social Anxiety. To measure this variable, the Social Anxiety Scale of the questionnaire called Sistema de Evaluación de Niños y Adolescentes (SENA) (25) was used. The SENA self-report version has shown adequate psychometric properties in Chilean adolescents (30). This scale consists of eight items, with five response options ranging from

'Never or almost never' [1] to 'Always or almost always' [5]. Higher scores reflect higher levels of Social Anxiety (e.g., 'I get nervous when there are a lot of people around'). In all three studies, the scale scores had adequate Cronbach's Alpha coefficients ($S1=.88$; $S2=.87$; $S3=.85$).

Risky Eating Behaviours. To measure this variable, the Eating Behaviour Problems Scale of the SENA questionnaire (25) was used. This scale consists of eight items, with five response options ranging from 'Never or almost never' [1] to 'Always or almost always' [5]. Higher scores reflect higher Risky Eating Behaviours (e.g., 'When I start eating, I feel like I can't stop'). In all three studies, the scale scores had adequate Cronbach's Alpha coefficients ($S1=.89$; $S2=.85$; $S3=.84$).

Procedure

This study focused exclusively on the psychosocial pathway linking self-efficacy, social anxiety and risky eating behaviours; therefore, anthropometric and nutritional variables were not collected.

This study is part of a larger project on mental health in educational institutions in Arica, northern Chile. The project collects data annually, and data for the years 2021, 2022 and 2023 were used for this work.

First, an invitation was sent to primary and secondary schools in the city to participate in the study. Once an institution confirms its participation, coordination takes place with representatives of each school to schedule the dates of implementation. The project is then presented to parents and guardians, explaining in detail the purpose and scope of the project. Those who decide to participate must sign an informed consent form. In addition, informed consent is requested from the students themselves.

When students confirm their participation, the questionnaires are applied in their classrooms, with the presence of at least two interviewers, who are available to answer any questions. A teacher from the school also accompanies the process to ensure a suitable environment.

During the application of the questionnaires, absolute silence is requested to avoid possible distractions that could affect the results. The evaluation lasts approximately 30 minutes.

The instruments and the procedure were reviewed and approved by the ethics committee of the university to which the first author belongs. The Scientific Ethical Committee issued its approval certificate N°17/2021 on 2 June 2021.

Inclusion criteria were: (a) being enrolled in primary or secondary education, (b) having signed informed consent from a parent or legal guardian, (c) providing personal assent, and (d) being present on the day of assessment. Students who did not meet all inclusion criteria or who did not complete the questionnaires were excluded.

Data Analysis

To assess the consistency of the proposed model, three independent studies (S1, S2 and S3) were conducted in which the mediating effect of Social Anxiety on the relationship between Self-efficacy and Risky Eating

Behaviours in secondary school students was analysed. For this purpose, structural equation models were used, including age and gender as control variables. The goodness of fit of the models was assessed using the Chi-square (χ^2), root mean squared error of approximation (RMSEA), comparative fit index (CFI) and Tucker-Lewis index (TLI). According to standards suggested by the literature (26), values of RMSEA $\leq$.08, CFI $\geq$.95 and TLI $\geq$.95 are considered indicators of a good fit. The weighted least squares robust least squares (WLSMV) estimation method, suitable for non-normal ordinal variables (27), was employed. Analyses were performed using the statistical packages SPSS v. 24 and Mplus v. 8.9.

Results

Descriptive statistics

Table 1 presents the descriptive statistics and correlations between the variables considered in the models.

Mediation models

Study 1. The model of the first study presented excellent goodness-of-fit indicators according to the criteria recommended by the literature (see table 2) (26).

Table 1. Descriptive statistics and correlations of the variables

Variables	S1				S2				S3			
	M	SD	SAN	RAB	M	SD	SAN	RAB	M	SD	SAN	RAB
SEF	2.90	0.66	-.41*	-.40*	2.77	0.63	-.39*	-.42*	2.96	0.55	-.32*	-.29*
SAN	2.79	0.97		.62*	2.87	0.91		.56*	2.69	0.90		.46*
RAB	2.52	1.07			2.64	0.98			2.51	0.94		

Note: S1=Study 1; S2=Study 2; S3=Study 3; SEF=Self-efficacy; SAN=Social Anxiety; RAB=Risk Eating Behaviours. * $p < .05$.

Table 2. Global fit indicators for structural equation models

Study	Parameters	χ^2	DF	p	CFI	TLI	RMSEA	RMSEA IC 90%	
								Lower	Upper
S1	130	702.497	346	.000	.949	.945	.071	.064	.079
S2	125	910.332	346	.000	.939	.933	.074	.068	.079
S3	125	888.098	346	.000	.921	.914	.070	.064	.076

Note: S1=Study 1; S2=Study 2; S3=Study 3.

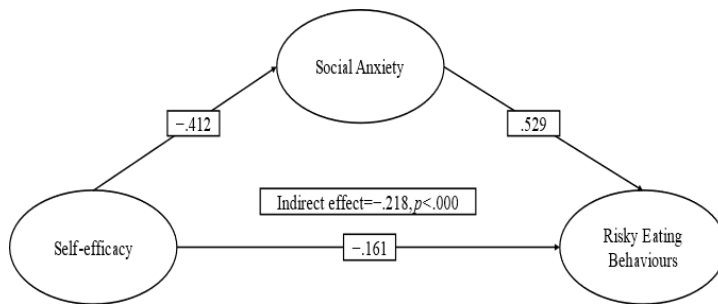


Figure 1. Mediating effect of Social Anxiety on the relationship between Self-efficacy and Risky Eating Behaviours in secondary school students in the first study.

Note: Age and gender effects were controlled for in the analysis. Solid trajectories indicate significant effects on the relationship ($p < .05$).

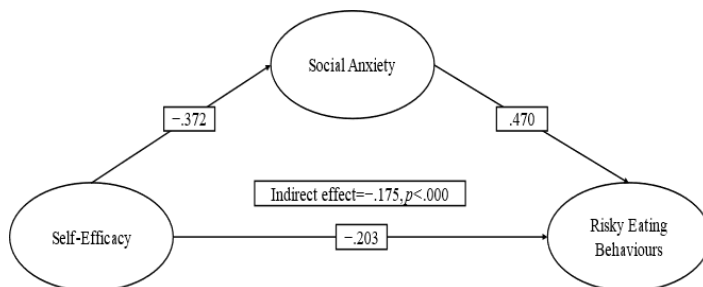


Figure 2. Mediating effect of Social Anxiety on the relationship between Self-efficacy and Risky Eating Behaviours in secondary school students in the second study

Note: Age and gender effects were controlled for in the analysis. Solid trajectories indicate significant effects on the relationship ($p < .05$).

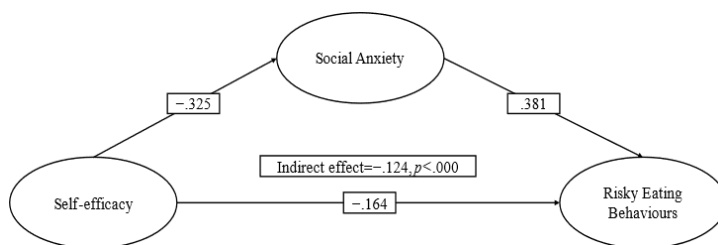


Figure 3. Mediating effect of Social Anxiety on the relationship between Self-efficacy and Risky Eating Behaviours in secondary school students in the third study.

Note: Age and gender effects were controlled for in the analysis. Solid trajectories indicate significant effects on the relationship. ($p < .05$).

As can be seen in Figure 1, Self-efficacy has a statistically significant negative direct effect of moderate magnitude ($\beta = -.412$) (28) on Social Anxiety, and of slight magnitude ($\beta = -.161$) (28) on Risky Eating Behaviours. On the other hand, Social Anxiety has a statistically significant positive direct effect of large magnitude ($\beta = .529$) (28) on Risky Eating Behaviours.

As for the indirect effect, Social Anxiety has a statistically significant mediating effect on the relationship between Self-efficacy (indirect effect = $-.218$, $p < .000$) and Risky Eating Behaviours of high school students in the first study.

Study 2. To replicate the results of the first study, the proposed model was analysed with a different sample. The model of the second study presented adequate goodness-of-fit indicators (see table 2).

As in the first study, Self-efficacy has a statistically significant negative direct effect of moderate magnitude on Social Anxiety, and of slight magnitude ($\beta = -.203$) (28) on Risky Eating Behaviours. Social Anxiety has a statistically significant positive direct effect of large magnitude ($\beta = .470$) (28) on Risky Eating Behaviours (Figure 2).

As for the indirect effect, as in the first study, Social Anxiety has a statistically significant mediating effect on the relationship between Self-efficacy and Risky Eating Behaviours (indirect effect = $-.175$, $p < .000$).

Study 3. Finally, the model was evaluated in a third study, whose goodness-of-fit indicators were close to those recommended in the literature (see Table 2). Although these results were not as favourable as those obtained in the first and second studies, they are still within acceptable criteria (29).

Consistent with previous studies, Self-efficacy has a statistically significant negative direct effect of moderate magnitude on Social Anxiety, and of slight magnitude on Risky Eating Behaviours. Likewise, Social Anxiety has a statistically significant positive direct effect of moderate magnitude on Risky Eating Behaviours (Figure 3).

Finally, as in the first and second studies, Social Anxiety has a statistically significant mediating effect on the relationship between Self-efficacy and Risky Eating Behaviours (indirect effect = $-.124$, $p = .000$).

Based on the results of the three independent studies, the proposed mediation model appears to be an adequate representation of the observed relationships. This suggests that secondary school students with higher levels of Self-efficacy tend to show lower levels of Social Anxiety, which in turn is associated with a decrease in Risky Eating Behaviours. In this context, Social Anxiety would act as an explanatory factor in the relationship between Self-efficacy and Risky Eating Behaviours in secondary school students.

Discussion

The results obtained in the three studies conducted in cohorts of secondary school students in Chile reveal a significant relationship between self-efficacy, social anxiety and risky eating behaviours (RAB). Consistent with previous literature, it was found that higher self-efficacy is associated with lower levels of social anxiety, which in turn is related to a reduction in RABs. This finding reinforces the suggestions of Barbee & Timmerman (8), who highlight the importance of self-efficacy as a protective factor against RABs. Furthermore, the results are consistent with reports by Oikarinen et al. (13) and Lazarevich et al. (11), where it is observed that people with higher self-efficacy tend to cope better with stressful situations, thus reducing the likelihood of losing control over their eating behaviour, particularly in high-pressure contexts.

In terms of social anxiety, the results are in line with the findings of studies such as those of Zhu et al. (20) and Sedova et al. (18), which indicate that social anxiety can exert a considerable influence on the development of RAB, particularly in contexts where young people experience social pressure or fear of judgement. In this regard, fear of ridicule or embarrassment in food-related social situations may lead adolescents to develop restrictive or uncontrolled behaviours as an attempt to

manage such anxiety (19). Thus, our findings reinforce the idea that social anxiety acts as a key mediator between self-efficacy and RABs, as hypothesised.

The magnitude of the effects found in the three studies (β between $-.10$ and $-.30$ for self-efficacy and social anxiety, respectively) is consistent with previous studies, such as those of Pigsborg et al. (10), which show that social anxiety has a significant impact on adolescents' daily lives, directly affecting their eating behaviour. Although the relationship between self-efficacy and RAB was more tenuous, it is still significant and consistent with previous studies showing that adolescents with low self-efficacy tend to lose control over their eating habits when faced with stressful situations (13).

From a practical perspective, these findings suggest that interventions aimed at improving students' self-efficacy may be effective not only in reducing social anxiety, but also in reducing the prevalence of RAB. Programmes designed to strengthen adolescents' confidence in their ability to manage stressful situations could have beneficial effects on both their emotional well-being and their eating behaviours (16). Specifically, as mentioned by Kulik et al. (17), school-based interventions that combine nutrition education with strategies to improve self-efficacy may be particularly effective in preventing RAB, especially in contexts where adolescents feel vulnerable to social judgement.

Although the results provide strong evidence for the mediating role of social anxiety in the relationship between self-efficacy and RABs, there are several limitations that need to be addressed in future research. First, the cross-sectional design used precludes establishing clear causal relationships between the variables. Therefore, we suggest that future studies employ longitudinal designs to assess how self-efficacy and social anxiety interact over time in the development of RABs.

Furthermore, the sample was composed exclusively of secondary school students from a specific region of Chile, which limits the generalisability of the findings. In addition, although nutritional status was not part of the original study objectives, anthropometric data were not collected; therefore, it was not possible to examine whether the observed relationships varied according to nutritional status. Future studies should replicate the model in other regions and countries and incorporate anthropometric indicators and contextual variables such as the family environment, which plays an important role in the formation of eating habits and the regulation of anxiety among young people (20).

Finally, we suggest that future research should explore how self-efficacy may differentially influence subgroups of adolescents, considering factors such as socioeconomic status, access to healthy eating programmes, and the presence of comorbid psychological disorders. These studies could provide valuable information for the design of more personalised and effective interventions to prevent risky eating behaviours.

Conclusions

Across three independent cohorts of Chilean students, the proposed mediation model showed a consistent pattern: higher self-efficacy was associated with lower social anxiety, which, in turn, was related to fewer risky eating behaviours. The convergence of these results across samples collected in different years provides empirical support for the replicability of the model in this population and constitutes the main contribution of the study. Although the cross-sectional design precludes causal interpretations, these findings provide a basis for further longitudinal and cross-cultural evaluations of the model.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants for their valuable time and willingness to contribute to this study. We also express our sincere appreciation to the participating institutions for their support and collaboration throughout the research process. This research was made possible thanks to funding from ANID PIA CIE160007.

Conflict of Interest Statement

The authors declare that there are no conflicts of interest related to the conduct, analysis, or publication of this study.

CRedit authorship contribution statement

NH: conceptualisation, methodology, writing - original draft, writing - review and editing, corresponding author.

DH: conceptualization, methodology, formal analysis, data curation, writing - original draft, writing - review and editing.

ACU: conceptualization, funding acquisition, supervision, writing - review and editing, project administration, resources.

References

1. Jebeile H, Lister NB, Baur LA, Garnett SP, Paxton SJ. Eating disorder risk in adolescents with obesity. *Obes Rev*. 2021;22(5):e13173. <https://doi.org/10.1111/obr.13173>
2. Neufeld LM, Andrade EB, Ballonoff Suleiman A, Barker M, Beal T, Blum LS, et al. Food choice in transition: adolescent autonomy, agency, and the food environment. *Lancet*. 2022;399(10320):185-97. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01687-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01687-1)
3. Lin JA, Jhe G, Vitagliano J, Milliren C, Spigel R, Woods E, et al. The association of malnutrition, illness duration, and pre-morbid weight status with anxiety and depression symptoms in adolescents and young adults with restrictive eating disorders: a cross-sectional study. *J Eat Disord*. 2021;9(1):60. <https://doi.org/10.1186/s40337-021-00415-7>
4. Aloï M, Segura-García C. Anxiety and depression mediate the role of low self-esteem and low self-directedness in the development of eating disorders. *Int J Adolesc Med Health*. 2019;31(3):20160084. <https://doi.org/10.1515/ijamh-2016-0084>
5. Hovrud L, Simons R, Simons J. Cognitive schemas and eating disorder risk: the role of distress tolerance. *Int J Cogn Ther*. 2020;13:54-66. <https://doi.org/10.1007/s41811-019-00055-5>
6. Okonishnikova E, Bryukhin A, Lineva T, Belokrylov I. Dysmorphophobia as a factor that worsens the affective state and the life quality of patients with eating disorders: the final data of the study. *Eur Psychiatry*. 2021;64(S1):S356. <https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2021.954>
7. van Hoeken D, Hoek HW. Review of the burden of eating disorders: mortality, disability, costs, quality of life, and family burden. *Curr Opin Psychiatry*. 2020;33(6):521-7. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000641>
8. Barbee KG, Timmerman GM. Emotional eating, nonpurge binge eating, and self-efficacy in healthy perimenopausal women. *J Holist Nurs*. 2015;33(4):298-307. <https://doi.org/10.1177/0898010115569574>
9. Gómez-Peresmitré G, Platas-Acevedo RS, León-Hernández R, Pineda-García G, Guzmán-Saldaña R. Psychometric assessment of an online self-test measuring risky eating behavior, depression, social anxiety, and self-injury in Mexican adolescents. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):399. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010399>

10. Pigsborg K, Kalea AZ, De Dominicis S, Magkos F. Behavioral and psychological factors affecting weight loss success. *Curr Obes Rep.* 2023;12(3):223-230. <https://doi.org/10.1007/s13679-023-00511-6>
11. Lazarevich I, Irigoyen Camacho ME, Velázquez-Alva MDC, Zepeda Zepeda M. Relationship among obesity, depression, and emotional eating in young adults. *Appetite.* 2016;107:639-644. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.09.011>
12. Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev.* 1977;84(2):191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
13. Oikarinen N, Jokelainen T, Heikkilä L, Nurkkala M, Hukkanen J, Salonurmi T, et al. Low eating self-efficacy is associated with unfavorable eating behavior tendencies among individuals with overweight and obesity. *Sci Rep.* 2023;13(1):7730. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34513-0>
14. Ruiz-González L, Videra A, Moreno-Murcia JA. Predictive power of task orientation, general self-efficacy and self-determined motivation on fun and boredom. *Motriz Rev Educ Fis.* 2015;21(4):361-369. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742015000400004>
15. Clavijo M, Yévenes F, Gallardo I, Contreras AM, Santos C. Escala de autoeficacia general: reevaluación de su evidencia de confiabilidad y validez en Chile. *Rev Med Chil.* 2020;148(10):1452-1460. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872020001001452>
16. Usher EL, Butz AR, Chen XY, Ford CJ, Han J, Mamaril NA, et al. Supporting self-efficacy development from primary school to the professions: a guide for educators. *Theory Pract.* 2023;62(3):266-278. <https://doi.org/10.1080/00405841.2023.2226559>
17. Kulik NL, Moore EW, Centeo EE, Garn AC, Martin JJ, Shen B, et al. Knowledge, attitudes, self-efficacy, and healthy eating behavior among children: results from the Building Healthy Communities Trial. *Health Educ Behav.* 2019;46(4):602-611. <https://doi.org/10.1177/1090198119826298>
18. Sedova E, Kalina S, Gardanova Z. Negative attitude towards the appearance: connection with eating behavior and social anxiety. *Eur Psychiatry.* 2021;64(S1):S602. <https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2021.1606>
19. Anderson L, Wong N, Lanciers S, Lim C. The relative importance of social anxiety facets on disordered eating in pediatric obesity. *Eat Weight Disord.* 2020;25:117-126. <https://doi.org/10.1007/s40519-018-0526-x>
20. Zhu H, Zhao K, Huang L, Shi W, Tang C, Xu T, et al. Individual, family and social-related factors of eating behavior among Chinese children with overweight or obesity from the perspective of family system. *Front Pediatr.* 2024; 12:1305770. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1305770>
21. Ato M, López-García JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *An Psicol.* 2013;29(3):1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
22. Jerusalem M, Schwarzer R. Self-efficacy as a resource factor in stress appraisal processes. In: Schwarzer R, editor. *Self-efficacy: thought control of action.* 1992 (195-213). Washington (DC): Hemisphere.
23. Baessler J, Schwarzer R. Evaluación de la autoeficacia: adaptación española de la Escala de Autoeficacia General. *Ansiedad Estrés.* 1996;2(1):1-8.
24. Schwarzer R, Bäßler J, Kwiatek P, Schröder K, Zhang JX. The assessment of optimistic self-beliefs: comparison of the German, Spanish, and Chinese versions of the General Self-Efficacy Scale. *Appl Psychol.* 1997;46(1):69-88. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.1997.tb01096.x>
25. Fernández-Pinto I, Santamaría P, Sánchez-Sánchez F, Carrasco M, Del Barrio V. Sistema de Evaluación de Niños y Adolescentes (SENA): manual técnico. Madrid: TEA Ediciones; 2016.
26. Schreiber JB. Update to core reporting practices in structural equation modeling. *Res Social Adm Pharm.* 2017;13(3):634-643. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2016.06.006>
27. Beauducel A, Herzberg PY. On the performance of maximum likelihood versus means and variance adjusted weighted least squares estimation in CFA. *Struct Equ Modeling.* 2006;13(2):186-203. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1302_2
28. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
29. Hu LT, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Struct Equ Modeling.* 1999;6(1):1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
30. Flores J, Caqueo-Úrizar A, Ramírez C. Propiedades psicométricas de las versiones de Autoinforme del Sistema de Evaluación de Niños y Adolescentes (SENA) en una muestra de Chile. *Rev Iberoam Diagn Eval Psicol.* 2022;64(3):171-183. <https://doi.org/10.21865/RIDEP64.3.13>

Recibido: 07/04/2026
 Aceptado: 03/08/2026

Natural biopreservation of yogurt with cinnamon and chamomile essential oils: Microbial stability, physicochemical changes, and sensory acceptance

Joel de Jesús Barba-Franco^{1,2} , Lucero Márquez-González² , Samuel Iñiguez-Gómez¹ ,
Ofelia Iñiguez-Gómez³ , Cesar Eulogio Ortega-Cardona² , Xochitl Aparicio-Fernández² .

Abstract: Introduction. Yogurt is a fermented dairy product with probiotic benefits, in addition to being nutritious; however, it is highly susceptible to microbial spoilage, particularly by molds and yeasts. In response to the growing demand for clean-label food alternatives, natural preservatives such as essential oils have emerged as promising options to enhance yogurt shelf life and safety. **Objective.** To evaluate the effects of natural biopreservation using cinnamon (*Cinnamomum verum*) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) essential oils on quality and shelf-life of yogurt. **Materials and methods.** Different formulations were prepared with 0.05% and 0.10% of each essential oil, individually and in combination, and stored at 4 °C for 42 days. The physicochemical properties, sensory attributes and microbial counts (days 1, 21, and 42) were analyzed. **Results.** It was observed that both essential oils, particularly cinnamon alone and in combination with chamomile, at 0.05%, significantly inhibited the growth of molds and yeasts without negatively affecting pH, titratable acidity, or syneresis. The 0.05% concentration maintained better sensory acceptance, preserving desirable taste, aroma, texture, and overall quality; while formulations with 0.10% concentrations presented slightly altered flavor but remained within acceptable limits. The application of both essential oils combined provided synergistic antimicrobial effects and enhanced shelf life while preserving product quality. **Conclusions.** These findings support the use of cinnamon and chamomile essential oils as effective natural biopreservatives for yogurt, aligning with clean-label trends and improving both food safety and consumer satisfaction. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 235-243.**

Keywords: Chamomile, cinnamon, essential oils, biopreservation, yogurt.

Resumen: Biopreservación natural del yogurt con aceites esenciales de canela y manzanilla: estabilidad microbiana, cambios fisicoquímicos y aceptación sensorial. Introducción. El yogurt es un producto lácteo fermentado nutritivo con beneficios probióticos, pero vulnerable al deterioro microbiano, principalmente por mohos y levaduras. Ante la creciente demanda de productos con etiqueta limpia, los conservadores naturales, como los aceites esenciales, han emergido como alternativas prometedoras para mejorar la vida útil y la inocuidad del yogurt. **Objetivo.** Evaluar el efecto de los aceites esenciales de canela (*Cinnamomum verum*) y manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) sobre la calidad y vida útil del yogurt. **Materiales y métodos.** Se elaboraron formulaciones con 0,05% y 0,10% de cada aceite esencial, individualmente y en combinación; y se almacenaron a 4 °C durante 42 días. Se analizaron las propiedades fisicoquímicas, los atributos sensoriales y recuentos microbianos (días 1, 21 y 42). **Resultados.** Se evidencia que ambos aceites esenciales, particularmente el de canela y la combinación al 0,05%, inhibieron significativamente el crecimiento de mohos y levaduras sin afectar negativamente el pH, la acidez titulable y la sinéresis. La concentración de 0,05% favoreció la aceptación sensorial, manteniendo sabor, aroma, textura y calidad general, mientras que la aplicación al 0,10% provocó ligeras alteraciones de sabor dentro de límites aceptables. La combinación de aceites esenciales generó un efecto antimicrobiano sinérgico que prolongó la vida útil del producto sin comprometer sus características. **Conclusiones.** Estos hallazgos respaldan el uso de aceites esenciales de canela y manzanilla como bioconservadores naturales eficaces para el yogurt, alineados con las tendencias de etiqueta limpia y con el potencial de mejorar la seguridad alimentaria y la satisfacción del consumidor. **Arch Latinoam Nutr 2026; 76(3): 235-243.**

Palabras clave: Manzanilla, canela, aceites esenciales, biopreservación, yogurt.

Introduction

Yogurt is a widely consumed fermented dairy product valued for its nutritional and health-promoting properties, largely attributed to its probiotic content (1–2). Probiotics —live microorganisms that confer health benefits when consumed in adequate amounts— contribute to the prevention of diarrhea, improvement of lactose digestion in individuals with lactose

¹Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Arandas, Arandas 47180, Jalisco, Mexico. ²Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara, Enrique Díaz de León 1144, 47463, Lagos de Moreno, Jalisco, México. ³Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, Av. Rafael Casillas Aceves 1200, 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

Autor para la correspondencia: Xochitl Aparicio-Fernández, e-mail: xochitl.aparicio@academicos.udg.mx



malabsorption, and to the modulation of the host immune response (3).

Despite these benefits, yogurt is highly susceptible to microbial spoilage, mainly caused by yeasts (e.g., *Candida*, *Kluyveromyces*, and *Saccharomyces*) and molds (e.g., *Penicillium* and *Rhizopus*), which can grow even under refrigeration, resulting in off-flavors, gas production, textural defects, and visible deterioration (4–6). Spoilage-related losses in dairy products are estimated to reach up to 20% globally, with increases of 11–25% linked to fungal contamination (7).

In response to the growing demand for clean-label foods and reduced use of synthetic preservatives (8), essential oils (EOs) have emerged as promising natural alternatives due to their antimicrobial, antifungal, and antioxidant activities (9–11). These effects are mainly attributed to bioactive compounds such as cinnamaldehyde and eugenol, which disrupt microbial membranes and inhibit metabolic functions (12). Cinnamon (*Cinnamomum verum*) EO shows strong antifungal and antibacterial activity and is classified as GRAS by the FDA (13), while chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) EO has demonstrated antimicrobial and antifungal properties against a wide range of microorganisms. This effect may be attributed to the ability of essential oil compounds to disrupt mitochondrial dehydrogenase activity and the electron transport chain, thereby inhibiting spore germination and mycelial growth. Similarly, Shahin et al. (14) found that yogurt supplemented with oregano (*Origanum vulgare*) and thyme (*Thymus vulgaris*) essential oils remained microbiologically stable for up to 150 days under refrigeration, whereas untreated yogurt exceeded acceptable limits after 30 days (14–15). However, their strong aroma may affect sensory acceptance, making it necessary to identify effective yet acceptable concentrations. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of cinnamon and chamomile essential oils, individually and in combination, on the physicochemical parameters, microbiological quality, sensory

properties, and shelf life of yogurt, contributing to the development of safer, clean-label dairy products.

Materials and methods

The present study was developed from January to November 2024, including the stages of formulation, fermentation, sensory evaluation and storage.

Materials

The yogurt starter culture used in this study was a direct-to-vat blend of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Chr. Hansen–Peyma, Istanbul, Turkey). Fresh cow's milk was obtained from a dairy farm in Lagos de Moreno, Jalisco, Mexico. Essential oils of *Matricaria chamomilla* L. and *Cinnamomum verum* were used as functional additives.

Yogurt manufacturing process

Yogurt samples were prepared using 21 L of standardized cow's milk (3% fat, 14% total solids). The milk was filtered, pasteurized at 85 °C for 30 min (16), and cooled to 43 ± 2 °C before inoculation with 0.15 DCU/L of the starter culture. The inoculated milk was divided into seven 3-L batches: two cinnamon EO treatments (CEO 0.05% and 0.10%), two chamomile EO treatments (ChEO 0.05% and 0.10%), two cinnamon–chamomile blends (CChEO 0.05% and 0.10%), and a control without EO. All samples were fermented until coagulation and stored at 4 °C until analysis.

Physicochemical analyses

Physicochemical analyses were performed according to AOAC methods (17). Moisture and total solids were determined gravimetrically by drying samples at 105 ± 2 °C to constant weight (18). Crude protein was quantified using the Kjeldahl method with a nitrogen-to-protein factor of 6.38. Fat content was measured using the Gerber method. Ash content was determined by incineration of pre-dried samples at 550 ± 25 °C for 5 h (19). pH was measured at room temperature using a calibrated digital pH-meter. Titratable acidity, expressed as lactic acid percentage, was determined by titrating 20 mL of yogurt with 0.1 M NaOH using 0.1% phenolphthalein as indicator (20).

Microbiological analyses

Microbiological analyses included the enumeration of total aerobic mesophilic bacteria, total coliforms, and

total molds and yeasts on days 1, 21, and 42 of refrigerated storage. For each sampling time, 10-fold serial dilutions were prepared in isotonic saline solution and plated in duplicate on selective media. Total aerobic mesophilic bacteria were counted on Plate Count Agar (BD Bioxon, Mexico) after incubation at 35 °C for 48 h. Total coliforms were determined on Violet Red Bile Agar (BD Bioxon, Mexico) under the same conditions. Molds and yeasts were enumerated on Potato Dextrose Agar (BD Bioxon, Mexico) after incubation at 20–25 °C for 5 days (3, 21, 22). Results were expressed as colony-forming units per gram (CFU/g).

Sensory evaluation of yogurt

A sensory analysis was conducted with 30 untrained volunteer panelists aged 19–49 years (median: 21), of whom 56.67% were men and 43.33% women; 80% of participants were between 19 and 24 years old. Participants were voluntarily recruited from the University of Guadalajara and were required to be regular consumers of yogurt or fermented dairy products. Individuals with lactose intolerance, milk allergy, or known hypersensitivity to any of the ingredients used in the formulations were excluded from the study. Prior to participation, all volunteers were informed about the nature of the study and the presence of milk as a declared allergen in the samples and provided their voluntary consent to participate. The sensory evaluation was performed to assess consumer acceptance of yogurt formulations during refrigerated storage. This sample size falls within the range recommended for preliminary consumer acceptance studies conducted under controlled laboratory conditions (24).

Each participant received 10 mL of yogurt in odor-neutral, transparent plastic containers coded with randomized numbers. Evaluations were performed under controlled ambient conditions with neutral lighting on day six of refrigerated storage. A nine-point hedonic scale was used to evaluate the acceptance of the sensory attributes of odor, color, flavor, texture, syneresis, and viscosity (3, 25). The scale ranged from 1 to 9, where 1 = Strongly dislike, 2 = Dislike very much, 3 = Dislike moderately, 4 = Dislike slightly, 5 = Neither like nor dislike, 6 = Like slightly, 7 = Like moderately, 8 = Like very much, and 9 = Strongly like (3, 23). Between samples, panelists cleansed their palates with water and unsalted crackers to prevent flavor carryover. Environmental conditions and sample presentation were strictly controlled to ensure the reproducibility and reliability of the sensory data.

Statistical analyses

All experiments were performed in triplicate. Results were expressed as mean values $\pm$ standard deviation. Statistical significance was evaluated using one-way analysis of variance (ANOVA), and differences among group means were determined by Tukey's test ($p < 0.05$). Pearson's correlation coefficients were calculated to determine the strength and direction of the relationships among sensory attributes of yogurt formulations. Statistical analyses and graphical representations were performed in R software (version 4.4.2).

Results

To evaluate the effect of essential oils on acidity and pH during fermentation, each treatment was monitored throughout the 6-h process. A consistent decrease in pH was observed in all samples, dropping from 6.50 to approximately 4.50 and following a similar trend among treatments (Figure 1a).

Concurrently, titratable acidity increased from 0.15% to values ranging between 0.62% and 0.85% (Figure 1b). The lowest acidity was observed in the ChEO 0.05% treatment, followed by the control, ChEO 0.10%, CChEO 0.10%, CChEO 0.05%, CEO 0.10%, and CEO 0.05%, in ascending order.

On the other hand, the addition of cinnamon and chamomile essential oils, either individually or in combination, influenced yogurt pH and titratable acidity during storage (Table 1). All treatments, including the control, showed a gradual decrease in pH and a corresponding increase in acidity, indicating continued lactic acid production by yogurt starter cultures. By day 42, the CEO 0.10% treatment exhibited the lowest acidity. In contrast, CEO 0.05% showed the lowest pH and the highest acidity, even exceeding the control. The CChEO 0.05% treatment slightly enhanced acidification, whereas CChEO 0.10% presented intermediate values and did not differ significantly from the control at the end of storage. These findings indicate a different effect on acidification depending on the type of EO, where lower doses

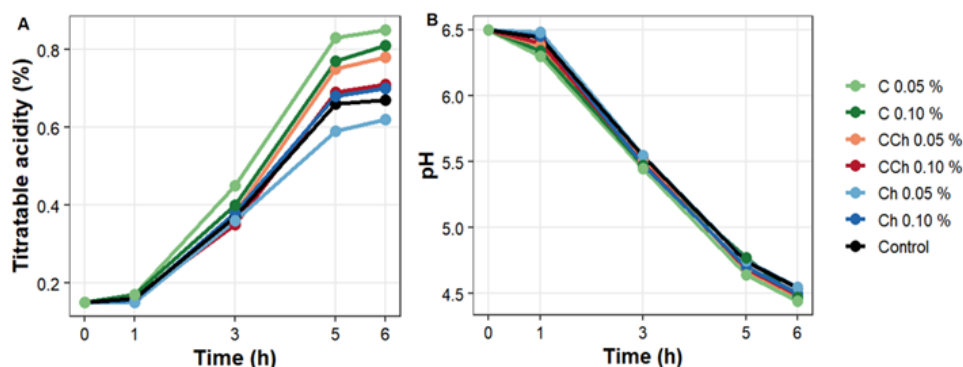


Figure 1. Titratable acidity (a), and pH values (b) in yogurt samples supplemented with different concentrations of cinnamon (CEO) and chamomile (ChEO) essential oils, and their mixture (CChEO) during fermentation.

of CEO and CChEO promoted acidification to a greater extent than higher doses, while treatment with ChEO has the opposite effect. In all cases, the lowest pH and highest acidity of treatments were recorded at the final sampling point of the experiment.

The incorporation of ChEO, CEO, and CChEO did not produce statistically significant differences in total solids ($F_{6,14}=2.12$, $p=0.13$), moisture

($F_{6,14}=3.45$, $p=0.60$), protein ($F_{6,14}= 6.688$, $p = 0.00167$, Milk-fat ($F_{6,14}=2.15$, $p=0.50$), Non-Fat solids ($F_{6,14}=0.68$, $p=0.056$) or ash content ($F_{6,14}=0.88$, $p=0.54$) compared with the control, indicating a stable physicochemical composition (Table 2). Total solids ranged from 12.10% to 12.73%, with CEO 0.10% showing the highest value, while moisture varied inversely (87.90–86.91%). Ash content did not differ significantly among treatments, although ChEO 0.10% showed the highest mean value $1.16 \pm 0.40\%$.

Table 1. Changes in titratable acidity and pH of yogurt samples supplemented with different concentrations of cinnamon (CEO) and chamomile (ChEO) essential oils, and their mixture (CChEO) during shelf life.

Sample	Day 1		Day 21		Day 42	
	pH	Acidity	pH	Acidity	pH	Acidity
Control	4.65±0.08 ^a	0.78±0.03 ^a	4.53±0.01 ^b	0.87±0.02 ^a	4.56±0.01 ^c	0.87±0.00 ^b
ChEO 0.05 %	4.72±0.12 ^a	0.74±0.05 ^a	4.59±0.00 ^a	0.77±0.02 ^c	4.63±0.00 ^a	0.80±0.02 ^d
ChEO 0.10 %	4.69±0.10 ^a	0.75±0.09 ^a	4.56±0.01 ^b	0.84±0.01 ^b	4.59±0.01 ^b	0.84±0.01 ^c
CEO 0.05 %	4.58±0.18 ^a	0.83±0.05 ^a	4.47±0.00 ^c	0.92±0.09 ^a	4.45±0.00 ^d	0.91±0.03 ^a
CEO 0.10 %	4.68±0.04 ^a	0.71±0.07 ^a	4.57±0.05 ^{ab}	0.75±0.07 ^c	4.59±0.02 ^b	0.79±0.00 ^d
CChEO0.05 %	4.50±0.15 ^a	0.82±0.07 ^a	4.48±0.03 ^c	0.90±0.06 ^a	4.49±0.02 ^c	0.91±0.02 ^a
CchEO0.10%	4.62±0.14 ^a	0.75±0.06 ^a	4.57±0.03 ^{ab}	0.84±0.07 ^{bc}	4.55±0.05 ^{bc}	0.89±0.04 ^{ab}

Data are presented as mean ± standard deviation from three independent measurements. Different letters indicate statistically significant differences among treatments according to Tukey's test ($p < 0.05$) for each date evaluated in the study.

Table 2. Chemical composition of yogurt samples supplemented with concentrations of cinnamon (CEO) and chamomile (ChEO) essential oils, and their mixture (CChEO).

Sample	TS*	Moisture*	Ash*	Milk-fat *	Protein*	Non-fat solids*
Control	12.27±0.07 ^a	87.74±0.06 ^a	0.81±0.01 ^a	3.45±0.15 ^b	3.30±0.10 ^a	8.82±0.15 ^{ab}
ChEO 0.05 %	12.47±0.07 ^a	87.54±0.08 ^a	0.84±0.05 ^a	3.60±0.10 ^{ab}	3.12±0.17 ^a	8.87±0.10 ^{ab}
ChEO 0.10 %	12.20±0.02 ^a	87.81±0.01 ^a	1.16±0.40 ^a	3.55±0.05 ^{ab}	3.22±0.07 ^a	8.65±0.05 ^b
CEO 0.05 %	12.10±0.3 ^a	87.90±0.3 ^a	0.79±0.04 ^a	3.55±0.05 ^{ab}	3.18±0.22 ^a	8.55±0.05 ^c
CEO 0.10 %	12.73±0.33 ^a	86.91±0.03 ^a	0.85±0.02 ^a	3.65±0.15 ^{ab}	3.13±0.27 ^a	9.08±0.15 ^a
CChEO 0.05 %	12.56±0.15 ^a	87.44±0.15 ^a	0.78±0.12 ^a	3.60±0.05 ^{ab}	3.08±0.11 ^a	8.90±0.05 ^{ab}
CChEO 0.10 %	12.69±0.01 ^a	87.31±0.01 ^a	0.84±0.03 ^a	3.65±0.01 ^a	3.15±0.13 ^a	9.04±0.01 ^a

*Results are expressed as a percentage based on 100 mL of yogurt. Data are presented as mean ± standard deviation from three independent measurements. Different letters indicate statistically significant differences among treatments according to Tukey's test ($p < 0.05$) for each parameter evaluated in the study.

Microbiological stability. At D+1 microbial counts of all samples were below the detection limit. By D+21, total aerobic mesophilic bacteria (TAB) and Total coliforms (TC) remained undetectable, whereas molds and yeasts (MY) appeared in the control (410 CFU/g). In contrast, CEO 0.05% and CChEO 0.05% maintained undetectable MY levels, indicating early antifungal activity. At D+42, the control showed a marked increase in MY (5.6×10^6 CFU/g), while CEO 0.05% and CChEO 0.05%

continued to inhibit fungal growth (Table 3). All treatments remained free of detectable TAB and TC throughout storage, confirming the good practices during elaboration of products.

The radar chart (Figure 2) shows that texture scores were similar among treatments, although CEO, particularly at 0.05%, showed slightly higher values ($F_{6,203}=2.50$,

Table 3. Microbial counts (CFU/g) in yogurt samples supplemented with different concentrations of cinnamon (CEO) and chamomile (ChEO) essential oils, and their mixture (CChEO) stored at 4 °C on days 1, 21, and 42.

Day		Control	ChEO 0.05%	ChEO 0.10%	CEO 0.05 %	CEO 0.10 %	CChEO 0.05 %	CChEO 0.10%
1	TAB	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
	MY	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
	TC	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
21	TAB	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
	MY	410	40	380	Absent	30	Absent	80
	TC	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
42	TAB	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
	MY	5.6×10^6	1.5×10^4	4.0×10^4	Absent	1.0×10^4	Absent	3.5×10^4
	TC	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent

TAB: Total aerobic mesophilic bacteria; MY: Molds and yeasts; TC: Total coliforms; Absent: below detection limit.

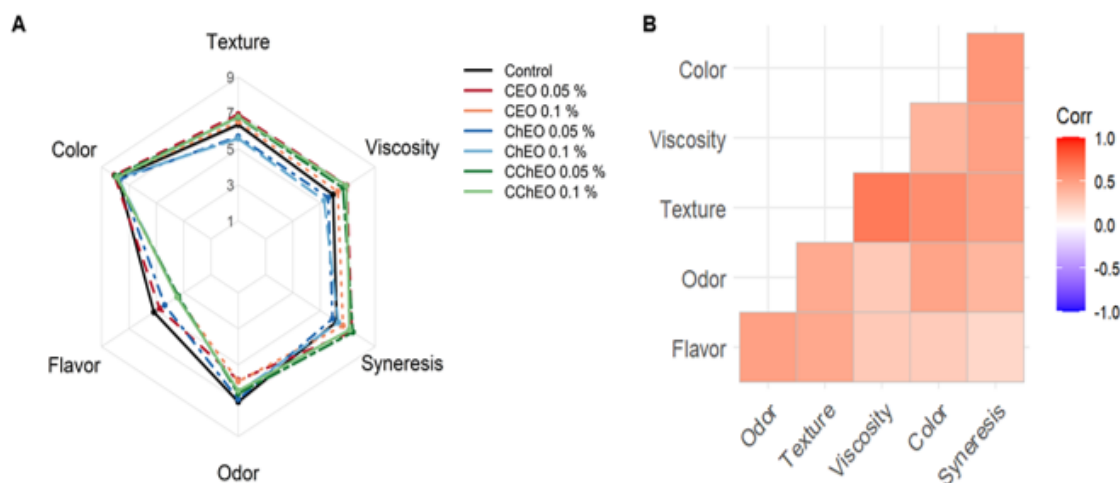


Figure 2. Sensory profile and Pearson correlation analysis of yogurt samples supplemented with cinnamon essential oil (CEO), chamomile essential oil (ChEO), and their mixture (CChEO) on day 6 of storage. (A) Radar plot of sensory attributes. (B) Pearson correlation heatmap among sensory parameters.

$p=0.24$). The control and CEO 0.05% samples obtained the highest scores in flavor (close to 5, “neither like nor dislike”), while higher EO concentrations resulted in lower acceptability ($F_{6,203}=3.41$, $p=0.003$). No significant differences were observed in color among treatments ($F_{6,203} = 0.29$, $p = 0.940$), indicating that the incorporation of chamomile essential oil (ChEO), cinnamon essential oil (CEO), and their combination (CChEO) did not affect the visual appearance of the yogurt samples.

Regarding the odor, the control and CEO-treated samples were better accepted, whereas ChEO and CChEO had lower scores ($F_{6,203}=1.83$, $p=0.094$). Significant differences were observed in syneresis, consistent with the stable physicochemical results ($F_{6,203}=3.51$, $p=0.0026$). Perceived viscosity was higher in samples containing CEO 0.10% and CChEO 0.10% ($F_{6,203}=4.96$, $p=0.0009$). Overall, CEO, alone or combined, had a more favorable impact on sensory attributes, while ChEO alone negatively affected flavor and odor.

Discussion

According to international standards, including the Codex Alimentarius (26), a

product can only be denominated as “yogurt” when it is obtained through the fermentation of milk by the specific symbiotic cultures *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, and when it reaches the characteristic titratable acidity (0.06% of lactic acid) and texture associated with this process (27). In the present study, fermentation followed the conventional microbiological sequence: *S. thermophilus* initiated rapid lactose metabolism, producing lactic acid and causing a decrease in pH during the early stages of fermentation. This initial acidification created favorable conditions for the activation and subsequent dominance of *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (4, 7), which continued lactic acid production until the final pH reached values between 4.4 and 4.6.

This pH range, together with the observed coagulation, viscosity development, and characteristic sensory properties, confirms that the obtained product fulfills the physicochemical and microbiological criteria required for its classification as yogurt. Furthermore, the standardized composition of the milk met the minimum requirements for fat, protein, and non-fat solids, ensuring adequate substrate availability for fermentation and subsequent gel formation (4, 12, 23). Although essential oils were incorporated as natural functional additives, they did not alter the fundamental fermentation pathway nor interfere with the obligatory metabolic activity of the yogurt starter cultures. Therefore, all formulations produced in this

study can be correctly classified and designated as yogurt according to the Codex Alimentarius (26).

Moreover, acidity is a critical factor influencing both the shelf life and consumer acceptability of yogurt. In the present study, titratable acidity increased in all samples during storage. However, no significant differences were observed among the treatments and the control in the fresh product (D+1), indicating that the acidity increase was associated with natural post-acidification rather than with the addition of essential oils. A similar trend was reported by Yangilar and Yildiz (3), who observed elevated titratable acidity in both control yogurt and yogurt supplemented with ginger and chamomile EOs. Therefore, the observed increase in acidity can be attributed to the continued metabolic activity of lactic acid bacteria (28) present in all samples, and not to the essential oils. The low acidity caused by CEO 0.10% treatment at the end of storage, may be related to an inhibitory effect on the fermentative activity of the yogurt microbes, probably related to the presence of cinnamaldehyde in this EO (27, 28).

Yogurt is highly valued for its nutritional composition, particularly in terms of minerals, proteins, and carbohydrates (1-3). In this context, the present results indicate that the incorporation of chamomile and cinnamon essential oils did not significantly modify these parameters when compared to the control. These findings support the notion that the addition of the evaluated essential oils does not compromise the compositional integrity of yogurt, highlighting their potential suitability as natural preservatives. This is consistent with the findings of Kamel et al. (2), who reported no significant differences in the bromatological composition of yogurt supplemented with rosemary EO during storage.

Furthermore, total aerobic mesophilic bacteria (TAB) and total coliforms (TC) remained below detection limits in all treatments, thereby confirming the microbiological safety and hygienic quality of the formulated yogurts. The antifungal activity observed can be primarily attributed to cinnamaldehyde, the main bioactive compound in cinnamon essential oil. In this context, cinnamaldehyde disrupts fungal cell membranes by inhibiting ergosterol biosynthesis, increasing membrane permeability, and promoting the leakage of intracellular contents. In addition, it interferes with essential enzymatic processes and induces oxidative stress, ultimately leading to fungal growth inhibition and cell death (29-30). Interestingly,

antifungal effects were only observed at the 0.05% concentration of CEO and the CChEO mixture, whereas an increase in CEO concentration to 0.10% resulted in reduced fungal and yeast inhibition. This phenomenon may be explained by possible interactions between essential oil components and the yogurt matrix (31, 32), which could limit their bioavailability or antimicrobial efficacy at higher concentrations.

Sensory attributes of yogurt, particularly flavor, odor, viscosity, texture, and syneresis, remained stable across all treatments, consistent with the physicochemical results, indicating that the concentrations of essential oils used affect product acceptability. Although yogurts supplemented with CEO 0.05%, showed slightly higher texture scores, no significant differences were observed among treatments ($F_{6,196} = 2.50$, $p = 0.24$), suggesting that the addition of essential oils did not significantly influence texture perception. Additionally, CEO 0.05%, was among the best rated in terms of overall acceptability, with flavor values comparable to the control and close to the neutral point of the hedonic scale. In contrast, formulations containing chamomile essential oil (ChEO), either alone or combined, received lower scores for flavor ($F_{6,203} = 3.41$, $p = 0.003$) and odor ($F_{6,203} = 1.83$, $p = 0.094$). This reduction in acceptability is likely associated with the herbaceous and slightly bitter notes characteristic of ChEO, which may have interfered with the typical sweet-acid profile of yogurt. Perceived viscosity was highest in samples containing 0.10% EOs, suggesting a possible interaction between oil components and the protein network (32), which enhanced the perceived body of the product without increasing syneresis.

These findings suggest a non-linear dose-response behavior, in which increasing the concentration of essential oils does not necessarily enhance antimicrobial performance. Interactions between hydrophobic EO compounds and milk proteins or fat globules may reduce the availability of bioactive molecules, partially explaining the lower antifungal effectiveness observed at 0.10% CEO.

Overall, these findings indicate that CEO, particularly at 0.05%, represents the most promising treatment in terms of sensory acceptance, while higher concentrations and ChEO formulations may negatively impact flavor and aroma. This highlights the importance of optimizing essential oil type and concentration to balance microbial stability with consumer acceptance. These trends were consistently perceived by consumers, as evidenced by the acceptable panel variability observed in the sensory evaluation. The Root Mean Square Error divided by the Scale Length (RMSL) ranged from 0.173 to 0.206, indicating adequate discrimination ability and consistency among consumer responses.

In this sense, Pearson's correlation matrix revealed strong positive correlations between texture and viscosity, as well as between texture and syneresis, indicating that textural perception was influenced by multiple interconnected attributes. Likewise, odor was strongly associated with flavor, suggesting that aroma-flavor interactions played a key role in consumer acceptance. These relationships help explain the superior sensory performance of CEO 0.05% and demonstrate that yogurt acceptability depends on the combined interaction of sensory attributes rather than on individual characteristics alone.

Conclusions

The addition of cinnamon and chamomile essential oils did not affect yogurt fermentation or its basic composition. A concentration-dependent effect was observed during storage, where CEO 0.05% and CChEO 0.05% enhanced post-acidification and effectively inhibited mold and yeast growth for up to 42 days, while maintaining microbiological safety. Sensory analysis showed that yogurt supplemented with 0.05% CEO achieved the highest acceptability, whereas higher concentrations or the addition of ChEO reduced flavor and odor acceptance. These results indicate a non-linear dose-response effect, suggesting that higher essential oil concentrations do not necessarily improve yogurt performance, likely due to interactions with the yogurt matrix. Overall, cinnamon essential oil at 0.05% appears to

be the most effective natural alternative to extend yogurt shelf life without compromising sensory quality, contributing to the development of safer, clean-label dairy products.

Acknowledgments

We thank the National Technological of Mexico, Technological Institute José Mario Molina Pasquel y Henríquez Academic Unit Arandas for the equipment used in and the support provided.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Contribution by the authors

JJBF, XAF: conception, research design, development and validation of the methodology, formal analysis and interpretation of data; review, editing, and approval of the final version of the manuscript. OIG, CEOC, LMG, SIG: conduct of experiments and data collection; drafting of the original manuscript; review, editing, and approval of the final version of the manuscript.

Referenes

1. Li B, Ye L, Zhao Y, Liu Y, Chen Y, Zhang H. A comprehensive review of probiotic yogurt: Nutritional modulation, flavor improvement, health benefits, and advances in processing techniques. *Agric Prod Process Sto.* 2025;1(1):17. <https://doi.org/10.1007/s44462-025-00023-7>
2. Kamel DG, Mansour AI, El-Diin MAN, Hammam AR, Mehta D, Abdel Rahman AM. Using rosemary essential oil as a potential natural preservative during stirred-like yogurt making. *Foods.* 2022;11(14):1993. <https://doi.org/10.3390/foods11141993>
3. Yangilar F, Yildiz PO. Effects of using combined essential oils on quality parameters of bio-yogurt. *J Food Process Preserv.* 2018;42(1):e13332. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13332>
4. Hasegawa Y, Bolling BW. Yogurt consumption for improving immune health. *Curr Res Food Sci.* 2023; 51:101017. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101017>
5. Azizkhani M, Saris PE, Baniasadi M. An in-vitro assessment of antifungal and antibacterial activity of cow, camel, ewe, and goat milk kefir and probiotic yogurt. *Food Meas Charact.* 2021; 15:406-415. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00645-4>
6. Fetouh MA, Ibrahim EM, ElBarbary HA, Maarouf AA. Isolation and genotypic identification of some spoilage and pathogenic microbes from yogurt. *Benha Vet*

- Med J. 2022;43(1):123–128. <https://doi.org/10.21608/bvmj.2022.147816.1539>
7. WHO. Inocuidad de los alimentos, 2020. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
8. Choi D, Bedale W, Chetty S, Yu JH. Comprehensive review of clean-label antimicrobials used in dairy products. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2024;23(1):e13263. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13263>
9. Mataragas M, Dimitriou V, Skandamis PN, Drosinos EH. Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. Food Microbiol. 2011;28(3):611-616. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.11.009>
10. de Souza EL. Insights into the current evidence on the effects of essential oils toward beneficial microorganisms in foods with a special emphasis to lactic acid bacteria-A review. Trends Food Sci Technol. 2021;114:333-341. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.011>
11. Valdivieso Ugarte M, Gomez Llorente C, Plaza Díaz J, Gil Á. Antimicrobial, antioxidant, and immunomodulatory properties of essential oils: a systematic review. Nutrients. 2019;11(11):2786. <https://doi.org/10.3390/nu1112786>
12. Mortazavi N, Aliakbarlu J. Antibacterial effects of ultrasound, cinnamon essential oil, and their combination against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* in milk. Food Sci. 2019;84(12):3700-3706. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14914>
13. FAO/WHO. Evaluation of certain food additives: Sixty-fifth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Technical Report Series, No. 934. World Health Organization, 2006. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43258>
14. Shahin HH, Baroudi M, Dabboussi F, et al. Natural preservation of yogurt using *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* essential oils: microbial, physicochemical, and sensory assessment. Journal of food processing and preservation. 2026; 6081584, <https://doi.org/10.1155/jfpp/6081584>
15. Caleja C, Barros L, Antonio AL, et al. Development of a functional dairy food: Exploring bioactive and preservation effects of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Funct Foods. 2015; 16:114-124. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.04.033>
16. Jiménez Redondo N, Vargas AE, Teruel Andreu C, et al. Evaluation of cinnamon (*Cinnamomum cassia* and *Cinnamomum verum*) enriched yoghurt during refrigerated storage. LWT. 2022; 159:113240. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113240>
17. AOAC. Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, 1990.
18. James CS. Proximate analysis (Chap. 3). In Analytical chemistry of foods. Springer Science & Business Media, 1995. 28–53.
19. Nielsen SS. Food Analysis (5th ed.). Springer, 2017. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6>
20. International Organization for Standardization. ISO 11869: Milk and milk products — Determination of titratable acidity. Geneva: ISO; 2012.
21. Madhavi B, Ghorat F, Nasrollahzadeh MS, Hosseini Tabar M, Rezaei Seresht H. Chemical composition, antioxidant, antibacterial, cytotoxicity, and hemolysis activity of essential oils from flower of *Matricaria chamomilla* var. *chamomilla*. Anti-Infect Agents. 2020; 18(3):224-232. <https://doi.org/10.2174/2211352517666190528114041>
22. El-Hefny M, Abo-Elgat WA, Al-Huqai AA, Ali HM. Essential and recovery oils from *Matricaria chamomilla* flowers as environmentally friendly fungicides against four fungi isolated from cultural heritage objects. Processes. 2019;7(11):809. <https://doi.org/10.3390/pr7110809>
23. Lim J. Hedonic scaling: A review of methods and theory. Food Qual Prefer. 2011;22(8):733-747. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.05.008>
24. Hough G, Wakeling I, Mucci A, Chambers E IV, Gallardo IM, Alves LR. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. Food Qual Prefer. 2006;17(6):522-6. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>
25. Skriver A, Holstborg J, Qvist KB. Relation between sensory texture analysis and rheological properties of stirred yogurt. J Dairy Res. 1999;66(4):609-618. <http://doi.org/10.1017/S0022029999003763>
26. Codex Alimentarius Commission. Codex standard for fermented milks (CODEX STAN 243-2003). FAO/WHO; 2003.
27. Abed IJ, Hussein AR, Abdulhasan GA, Dubaish AN. Microbiological effect of lemongrass *Cymbopogon citratus* and spearmint *Mentha spicata* essential oils as preservatives and flavor additives in yogurt. Iraqi J Sci. 2022;63(7):2839-2849. <https://doi.org/10.24996/ij.s.2022.63.7.8>
28. Mani López E, Palou E, López Malo A. Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. Dairy Sci. 2014;97(5):2578–2590. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7551>
29. Zhou LR, Hu HJ, Wang J, et al. Cinnamaldehyde acts as a fungistat by disrupting the integrity of *Fusarium oxysporum* Fox-1 cell membranes. Horticulturae. 2024;10(1):48. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10010048>
30. Geweely NS. Screening review for the sustainable, eco-friendly antifungal activity of cinnamon essential oil. (Chapter 17). In Cinnamon (pp. 315-328). Academic Press, 2025. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21820-0.00019-2>
31. Hyldgaard M, Mygind T, Meyer RL. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. Front Microbiol. 2012; 3:12. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>
32. Jia K, Liu J, Yu S, et al. Fortification of set yogurt with Tribute citrus essential oil: effects on physicochemical properties, multi-spectroscopic features, and microstructure. Front Nutr. 2026; 13:1754468. <http://doi.org/10.3389/fnut.2026.1754468>

Recibido: 27/03/2026
Aceptado: 10/06/2026