

ISSN IMPRESO 0124-4108

ISSN ELECTRÓNICO 2248-454X

Vol. 24, N.º 2

JULIO-DICIEMBRE DE 2022

INDEXADA EN:

SCIELO

LILACS

CAB ABSTRACTS: NUTRITION ABSTRACTS AND REVIEWS SERIES A

CLASE: ÍNDICE DE REVISTAS LATINOAMERICANAS EN CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

LATINDEX

EBSCOHOST (ACADEMIC SEARCH COMPLETE)

PROQUEST

ELECTRONIC JOURNALS LIBRARY

REDIB

DOAJ

Perspectivas
en
Nutrición Humana



Escuela de Nutrición y Dietética

de la Universidad de Antioquia

Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1803

Este número contó con el aporte del “Fondo de apoyo para la publicación de las revistas indexadas” de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Antioquia.

Perspectivas
en
Nutrición Humana



Significado del logo

El nombre de la Revista sugiere los elementos compositivos del logo: la NUTRICIÓN, se representa por medio de la espiga de trigo, que adquiere una expresión diferente, gracias al manejo que se le da, sacándola de su contexto, continuando la línea que forma la mano hasta crear una espiral que invita a la interioridad y al movimiento. El segundo elemento, se compromete con el concepto de lo HUMANO. La mano, con toda su carga semántica, representa al ser, sin llegar a literalidades tales como el sexo, la edad, su contextura. Finalmente, para acentuar el concepto de PERSPECTIVA, se usa la línea punteada que sugiere más dinamismo que la línea continua. Las líneas parten de las puntas de los dedos como si fueran sus proyecciones. Lo humano que se expande en diferentes direcciones, abierto a diferentes visiones.



John Jairo Arboleda Céspedes
RECTOR
Universidad de Antioquia

Laura I. González Zapata
DIRECTORA
Escuela de Nutrición y Dietética

María Elena Maldonado Celis
JEFE
Centro de Investigación en Alimentación y Nutrición

Teresita Alzate Yepes
DIRECTORA Y EDITORA
Ph. D. en Acciones Educación. MSc en Acciones Pedagógicas y Desarrollo Comunitario.
MSc en Educación. Profesora de la Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia.
Medellín - Colombia. teresita.alzate@gmail.com

COMITÉ EDITORIAL

Ph. D. María del Rocío Ortiz-Moncada. Universidad de Alicante. España.
Ph. D. Rocío Campos Vega. Universidad Autónoma de Querétaro. México.
Ph. D. Marcos Marcelo Galván García. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México
Ph. D. Ricardo Javier Cerda Rioseco. Universidad de Chile. Chile.
MSc. Isabel Cristina Carmona G. Universidad de Antioquia. Colombia.

COMITÉ CIENTÍFICO

Ph. D. Guadalupe López Rodríguez. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México
MSc. Oscar Fernando Herrán Falla. Universidad Industrial de Santander. Colombia.
Ph. D. Carlos Alfonso Valenzuela Bonomo. Universidad de Chile. Chile.
MSc. Francisco José Mardones Santander. Universidad de Chile. Chile.
Ph. D. Helena Pachón. Emory University. Atlanta - EE. UU.
Ph. D. Hugo Melgar-Quiñónez. McGill University. McGill Institute for Global Food Security. Canada.
Ph. D. Isabel Cristina Garcés Palacio. Universidad de Antioquia. Colombia.
Ph. D. Jordi Salas-Salvado. Universitat Rovira i Virgili. España.
MSc. Fernando Pizarro. Universidad de Chile. Chile.
Ph. D. Elhadi M. Yahia. Universidad Autónoma de Querétaro. México.
Ph. D. Miriam Bertran Vilá. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
Ph. D. Lucia Dias Da Silva Guerra. Centro Universitário Anhanguera, São Paulo-SP. Brasil.
Ph. D. María Luisa Avila Escalante. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
Ph. D. Margarita Cervantes Rodríguez. Universidad Autónoma de Tlaxcala. México.
Ph. D. María Lis Del Campo. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
Ph. D. Alexandra Pava Cárdenas. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

APOYO EDITORIAL

Liliana Troncoso Piedrahita
ASISTENTE EDITORIAL
MSc en Desarrollo Organizacional y Gerencial. Nutricionista dietista.
liliana.troncoso@udea.edu.co



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**
1803

Publicación dirigida a
nutricionistas dietistas y
profesionales de áreas relacionadas
con la alimentación y nutrición

Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela
ASISTENTE EDITORIAL
MSc en Nutrición Humana. Nutricionista dietista.
rosa.uscategui@udea.edu.co

Rubén Caro Sánchez
ASISTENTE
Administrador financiero
rcaros@gmail.com

Kelly Johana Cano Restrepo
CORRECTORA DE ESTILO, TRADUCTORA Y DIAGRAMADORA
Traductora inglés-francés-español
kelly.cano@udea.edu.co

Angie Sepúlveda Alvarez
AUXILIAR ADMINISTRATIVO
Estudiante Nutrición y Dietética
angie.sepulvedaa@udea.edu.co

INFORMACIÓN DE LA REVISTA

Nombre: Perspectivas en Nutrición Humana
Abreviatura: Perspect Nutr Humana
Adscrita: Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia
ISSN impreso: 0124-4108
ISSN electrónico: 2248-454X
Periodicidad: semestral, un volumen por año (dos números)
Formato: 20,5X27 cm.
La versión electrónica se encuentra disponible en la plataforma Open Journal System
(OJS) en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion>

CORRESPONDENCIA

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA
Escuela de Nutrición y Dietética
Universidad de Antioquia
Carrera 75 N.º 65-87
Medellín - Colombia
Teléfono: (57) (604) 219 9216, 219 9230
E-mail: revistapnh@udea.edu.co
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion>

CANJE
Sistema de Bibliotecas
Biblioteca Robledo
Apartado aéreo 1226 - Teléfono: (57) (4) 219 91 52
ferney.jaramillo@udea.edu.co

La Revista está licenciada por Creative Commons como
Atribución – No comercial – Compartir igual: esta licencia permite a otros distribuir,
remezclar, retocar y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando
den crédito y licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.



CONTENIDO

Tabla de contenido

Perspectivas en Nutrición Humana



Escuela de Nutrición y Dietética
de la Universidad de Antioquia
Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre, 2022

EDITORIAL

La gestión editorial al servicio de la comunicación científica en alimentación y nutrición 153-157
Kelly Cano

INVESTIGACIONES

Estrategias de prevención desde la escuela: implementación de una propuesta de enseñanza sobre nutrición humana basada en metodologías activas de aprendizaje 161-177
Verónica González-Jaramillo; Ileana M. Greca

Educación nutricional grupal interactiva dirigida a niños y niñas de escuelas públicas del cantón de La Unión, Costa Rica 179-197
Rocío González-Urrutia; Ofelia Flores-Castro

Efectos de la suplementación con *Moringa oleifera* en valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes ecuatorianos 199-210
Yira Vásquez-Giler; Carmen Natacha Pérez-Cardoso; Lilian Sosa Fernández-Aballí; Johanna Párraga Acosta; Miguel Ángel Arteaga Quiroz Ángel Adolfo Vivas Intriago

REVISIONES

Aspectos alimentarios y nutricionales en el manejo de la esclerosis múltiple 213-232
Maribel Rentería Ochoa; Lasjanny Castro Hernández; Angélica María Muñoz Contreras

Clorhidrato de creatina versus monohidrato de creatina. Diferencias en solubilidad, efectos ergogénicos y composición corporal 233-246
Murillo Zapata-Marcelo; Cardona Gil-Claudia Acosta Bermúdez-Laura

Efectos terapéuticos del género *Physalis L.*: una revisión de la literatura 247-265
Giuliana Gamero-Vega; Mily Ormeño Llanos; Jahaira Del Rosario Bazalar-Palacios; Cesar Armas Juárez; Vilma Quitral

ÍNDICES

Vol. 24, 2022 267-270

CONTENT

Table of Contents

Perspectivas en Nutrición Humana



Escuela de Nutrición y Dietética
de la Universidad de Antioquia
Vol. 24, Issue 2, July-December, 2022

EDITORIAL

- Editorial Management at the Service of Scientific Communication in Food and Nutrition 153-157
Kelly Cano

RESEARCHES

- Prevention Strategies from the School: Implementation of a Teaching Proposal on Human Nutrition 161-177
Based on Active Learning Methodologies
Verónica González-Jaramillo; Ileana M. Greca

- Interactive Group Nutrition Education for Children in Public Schools in the Canton 179-197
of La Unión, Costa Rica
Rocío González-Urrutia; Ofelia Flores-Castro

- Effects of Supplementation with *Moringa Oleifera* on Blood Values of Hemoglobin and Ferritin in 199-210
Ecuadorian Adolescent
Yira Vásquez-Giler; Carmen Natacha Pérez-Cardoso; Lilian Sosa Fernández-Aballí; Johanna Párraga Acosta; Miguel Ángel Arteaga Quiroz Ángel Adolfo Vivas Intriago

REVIEW

- Dietary and Nutritional Aspects in the Management of Multiple Sclerosis 213-232
Maribel Rentería Ochoa; Lasjanny Castro Hernández; Angélica María Muñoz Contreras

- Creatine Hydrochloride Versus Creatine Monohydrate. Differences in 233-246
Solubility, Ergogenic Effects, and Body Composition
Murillo Zapata-Marcelo; Cardona Gil-Claudia Acosta Bermúdez-Laura

- Therapeutic Effects of the Genus *Physalis* L.: A Review of the Literature 247-265
Giuliana Gamero-Vega; Mily Ormeño Llanos; Jahaira Del Rosario Bazalar-Palacios; Cesar Armas Juárez; Vilma Quitral

INDEX

- Vol. 24, 2022 267-270



Perspectivas en Nutrición Humana



Escuela de Nutrición y Dietética
de la Universidad de Antioquia
Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022

Kelly Cano¹

El artículo de investigación, género discursivo que pertenece al discurso científico, es un informe escrito derivado de un proceso de investigación, cuyo propósito es dar a conocer la producción inédita y original en un área de conocimiento determinada. Por lo general, los artículos se basan en la estructura IMRD: introducción, metodología, resultados y discusión o conclusiones. También contienen apartados denominados metadatos, es decir, los datos acerca de la información contenida, en la lengua de producción de ese conocimiento y en inglés: título, resumen, palabras clave y, además, requieren de la identificación del o de los autores, sus perfiles y filiaciones institucionales, de forma que estos datos también avalen la calidad de la producción intelectual.

Dicho esto, escribir un artículo de investigación es una tarea desafiante para los investigadores, pues conlleva complejidades lingüísticas, cognitivas y sociales. Este proceso de escritura constituye un instrumento para la construcción de la propia identidad como miembros de una disciplina. Así, aunque la lectura y la escritura deben ser objeto de enseñanza en la universidad (1), las revistas científicas también pueden contribuir en la llamada *alfabetización académica*; se debe considerar que estas no son solo referentes normativos para los autores, sino también para todos los involucrados en un proceso de gestión editorial. La importancia de la escritura académica radica en que esta fundamenta la construcción de un sello disciplinar; a través de ella se tiene

* Reflexión que deriva del trabajo de grado con mención *Summa cum laude* de la Maestría en Lingüística "Cohesión retórico-funcional en las macromovidas Resumen, Metodología y Discusión en artículos de investigación de dos disciplinas, ciencias de la salud y ciencias sociales publicados en el periodo 2019-2020", en el cual la revista *Perspectivas en Nutrición Humana* fue objeto de estudio.

1 Magíster en Lingüística de la Universidad de Antioquia. Traductora y correctora de estilo, Universidad de Antioquia. Publicista, Instituto de Artes, Medellín-Colombia. Asistente editorial de la *Revista Interamericana de Bibliotecología*, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: kelly.cano@udea.edu.co



acceso al conocimiento y a las prácticas especializadas, en el caso que nos ocupa, las escritas a través de la lectura.

En línea con lo anterior, la revista *Perspectivas en Nutrición Humana* vela por el cumplimiento de las estructuras y particularidades del género discursivo del que se trata, en este caso el artículo de investigación. La guía para autores es estructurada y su intención es garantizar el cumplimiento de la composición retórica que ha seleccionado para los artículos que publica. Esto deriva en un equilibrio entre la información que se presenta en el Resumen y la que se desarrolla en el resto del artículo, con lo que se evita caer en omisiones, excesos, redundancias o ambigüedades. Además, se establecen relaciones de cohesión y coherencia que son necesarias y que ayudan a una mayor comprensión del texto por parte de sus lectores.

Así quedó evidenciado en una investigación realizada en el marco de la Maestría en Lingüística de la Universidad de Antioquia, en la que se analizaron las relaciones que se dan entre la información que se enuncia en el Resumen y la que se desarrolla en los demás apartados del artículo, en particular, en esta investigación se analizaron la Metodología y la Discusión. La revista *Perspectivas en Nutrición Humana* fue objeto de estudio en esta investigación.

El Resumen, en el marco de esa investigación, se entiende como una presentación a escala de todo el artículo; por lo tanto, debe tener relación con todas las secciones que lo componen. A partir de él se debe proporcionar orientación organizativa y temática, y si se establecen expectativas sobre preguntas o problemas, estas deben ser retomadas en el apartado que corresponde. Debido a que es uno de los apartados más estudiados, se ha llegado a generalizaciones en la clasificación de las partes que lo componen o de la información que este debe contener, por lo que, debido a su regularidad en diferentes áreas del conocimiento, esas partes que lo componen se han llegado a denominar *prototípicas*. A continuación, se presenta el patrón retórico, es decir, la composición prototípica de un resumen (Tabla 1) (2).

Tabla 1. Patrón retórico prototípico del resumen

Movida	Función
Introducción (antecedentes)	Establecer el contexto del documento y motivar la investigación o el debate.
Objetivo/propósito	Indicar el objetivo/propósito, la tesis o la hipótesis, y esbozar la intención del trabajo.
Método	Proporcionar información sobre el diseño, los procedimientos, los supuestos, el enfoque, los datos, etc.
Resultados	Indicar las principales conclusiones o resultados, el argumento o lo que se ha conseguido...
Conclusión	Interpretar o ampliar los resultados más allá del alcance del documento, hacer inferencias, señalar aplicaciones o implicaciones más amplias.

Fuente: tomado de Jiang et al. (2).

En suma, el resumen debe cumplir la función de presentar el artículo y persuadir al lector o investigador para que lo lea o acceda a buscar información en él según sus propósitos. La

consistencia que presenta la revista *Perspectivas en Nutrición Humana* contribuye a cumplir esta función. Los resúmenes, al ser estructurados y subtítulos, cumplen en un 100 % el patrón retórico que anuncian desde su guía para autores, que es equivalente a la tabla anterior, y en la que se estipula lo siguiente: “Resúmenes en español e inglés. Se presentan con un máximo de 200 palabras cada uno. El resumen es estructurado e incluye los siguientes apartados: antecedentes, objetivo, materiales y métodos, resultados y conclusiones”.

Todos los artículos analizados cumplieron con los apartados prescritos anteriormente y en el orden establecido. La *introducción*¹ se llama de manera consistente en esta revista “antecedentes” y en ella se encuentra información sobre el contexto, antecedentes teóricos o metodológicos y el vacío teórico o metodológico en investigaciones previas. El apartado *objetivo* dentro del Resumen presenta el objetivo general, así como su delimitación espacial o temporal, y su propósito es indicar la finalidad de la investigación o del artículo, es decir, delimitar su intención. En el apartado de *metodología* dentro del Resumen se encuentra información sobre la descripción del proceso, tipo de estudio, muestra, instrumentos de recolección, *software*, materiales o instrumentos de medición y criterios de selección de la muestra. En esta revista se llama de manera consistente “materiales y métodos” y su propósito es dar cuenta de la forma en la que se desarrolla la investigación, es decir, presentar la descripción de los procedimientos llevados a cabo, los materiales y programas utilizados, la muestra, entre otros. En *resultados* se encuentra la descripción y la interpretación de los resultados y de los datos estadísticos; su propósito es presentar, ya sea a partir de la descripción, la interpretación o la evidencia, los principales hallazgos o resultados. El propósito del apartado *conclusiones* es dar información sobre las implicaciones, conclusiones, resultados, recomendaciones, limitaciones o futuras líneas de investigación.

Respecto a la sección de Metodología, que al igual que en el resumen se llama de manera consistente “Materiales y métodos”, también presentó consistencia y obligatoriedad en el patrón retórico; en esta se encuentran los apartados de *caracterización de la metodología*, *análisis estadístico* y *consideraciones éticas* subtítulos, lo que facilita su identificación y el salto entre apartados, es decir, esto le ayuda al lector a ubicar de manera fácil información particular que esté buscando y hacer saltos entre apartados.

Se sabe que la lectura de un artículo de investigación no siempre es lineal (3); los lectores controlan el acto comunicativo haciendo saltos entre apartados. Los propósitos de un autor pueden estar orientados a sustentar teórica y metodológicamente una investigación empírica, o a desarrollar, defender y discutir esa investigación con relación a la teoría existente como un conocimiento nuevo. En cambio, los propósitos comunicativos de un lector pueden estar orientados a encontrar información expositiva en torno a un tema, o buscar una descripción más que una sustentación argumentativa (4). El material gráfico o multimodalidad en la sección de metodología corresponde a tablas para indicar muestras, variables y pruebas aplicadas.

1 Para efectos de esta presentación se han diferenciado los apartados que componen el Resumen estructurado, resaltándolos con cursiva (*introducción*, *objetivo*, *metodología*, *resultados*, *conclusiones*), de las secciones del artículo completo, que se escriben con mayúscula inicial (Resumen, Metodología, Discusión).

Sin embargo, pocos artículos manifestaron la validación de instrumentos, información que se considera importante y pertinente para ratificar el rigor científico.

En cuanto a la sección de Discusión, cabe aclarar que esta no ha tenido tanta exploración como la Introducción o el Resumen; sin embargo, en lo que sí coinciden tanto editores como investigadores es en afirmar que es la sección más compleja por cuanto es el espacio de interpretación y apropiación del conocimiento que demuestra el autor. En esta sección se llega a interpretaciones y a conclusiones, pero sin dejar de lado el conocimiento vigente y que ha antecedido a la investigación; es el espacio propicio para exponer el aporte real de la investigación a partir de diferentes recursos como la descripción, el contraste o la interpretación. En ella se rompe de alguna manera la regularidad que había presentado esta revista en las dos secciones anteriores, pero es lo esperado, por tener un carácter más dialógico. Huelga decir que en esta sección se entabla un diálogo con el interlocutor, aun cuando no existan interlocutores reales presentes o directos, y con otros autores a los que se recurre para apoyar o contrastar los resultados de la propia investigación.

Llama la atención la baja frecuencia que tiene la información respecto a los aportes de la investigación al área de conocimiento. A partir de estos hallazgos, se puede inferir que los autores, si bien describen e interpretan los resultados, no analizan el aporte que estos representan para su área de conocimiento, ya sea teórica o metodológicamente. Se invita por tanto a los autores a que se apropien más de su conocimiento y lo hagan explícito en esta sección.

En cuanto al contraste con investigaciones previas, se evidencia un equilibrio entre lo coincidente y lo no coincidente con otras referencias o autores. Se refuerzan los resultados de la propia investigación en relación con lo precedente, esto daría pie a desarrollar los aportes en el tema, sobre todo los no coincidentes, que podrían representar, además de aporte, innovación.

Respecto al análisis del resumen en relación con las otras dos secciones (Metodología y Discusión), los resultados muestran que debido al patrón retórico obligatorio del Resumen en la revista *Perspectivas en Nutrición Humana*, se establecen diferentes tipos de relaciones cohesivas y no se encontraron omisiones: toda la información que se enunció en el resumen fue desarrollada, ampliada, aclarada o reformulada en el apartado que corresponde.

La intención de esta sucinta presentación de resultados sobre la gestión editorial y la escritura académica de *Perspectivas en Nutrición Humana* no es restringir ni limitar la escritura de los autores, sino poner la gestión editorial al servicio de la comunicación científica y contribuir a la alfabetización académica. Difundir los resultados de esta investigación permite dar respaldo científico a la misma publicación a partir de su coherencia y cohesión interna. Esta también pretende ser una pequeña muestra de todo el esfuerzo que hay detrás de los procesos editoriales, que no solo deben concentrarse en la elaboración y seguimiento de criterios editoriales propios e impuestos por bases y repositorios, sino, además, aportar a la creación de políticas editoriales, lingüísticas y contribuir con la comunidad discursiva que se genera en torno a la revista y a la disciplina. Esto implica para los agentes que hacen parte de un proceso

editorial como este conocer las particularidades del género discursivo al que se enfrentan y aplicar los conocimientos que ese género requiere.

Referencias

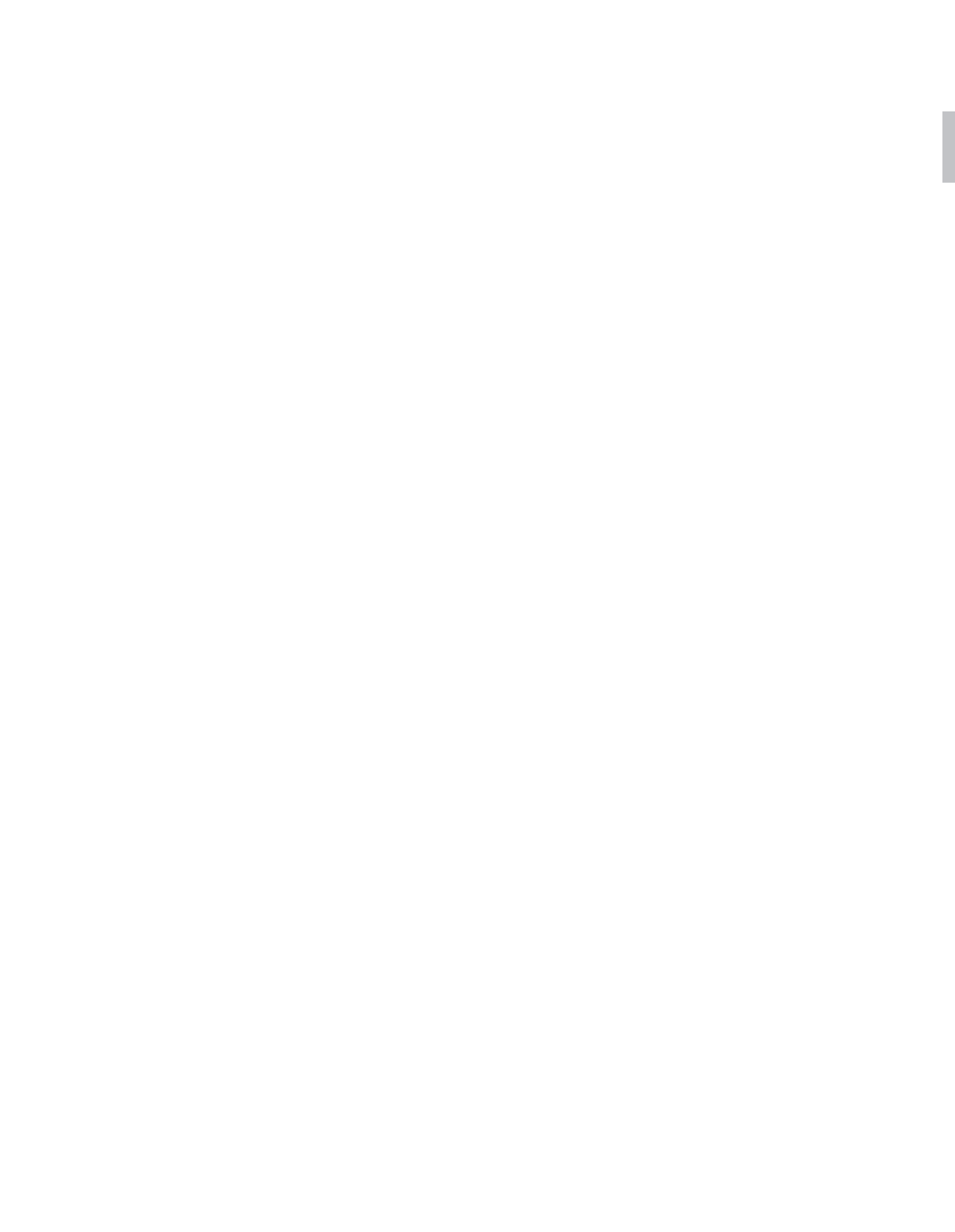
1. Carlino P. Alfabetización académica: un cambio necesario, algunas alternativas posibles. *Educere*. 2003;6(20):409-420.
2. Jiang K, Hyland, K. Metadiscursive nouns: Interaction and cohesion in abstract moves. *English for Specific Purposes*. 2018;46:1-14.
3. Feak C, Swales J. *Creating Contexts. Writing Introduction across genres*. University of Michigan; 2011.
4. Zamora S, Vanegas, R. Estructura y propósitos comunicativos en tesis de magíster y licenciatura. *Literatura y lingüística*. 2013;(27):201-218.



INVESTIGACIONES
RESEARCHES



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803



INVESTIGACIÓN

Estrategias de prevención desde la escuela: implementación de una propuesta de enseñanza sobre nutrición humana basada en metodologías activas de aprendizaje

DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a02

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022, pp. 161-177.

Artículo recibido: 17 de febrero de 2022

Aprobado: 16 de noviembre de 2022

Verónica González-Jaramillo^{1*}; Ileana M. Greca²

Resumen

Antecedentes: considerando la importancia de la alimentación saludable para la salud y el desarrollo en general, es crucial educar a niños y adolescentes en este aspecto; de allí surge la necesidad de acudir a estrategias de prevención que incidan tanto en los conocimientos como en las actitudes del alumnado. **Objetivo:** desarrollar y evaluar una propuesta de enseñanza sobre la nutrición humana desde una perspectiva multidisciplinar, siguiendo los fundamentos didácticos de la indagación y el trabajo colaborativo. **Materiales y métodos:** se incluyeron dos grupos del grado séptimo, uno control (n = 31) y otro experimental (n = 32). Se aplicó un test de asociación de conceptos analizado a partir de la técnica de asociaciones jerárquicas, así como un test de actitudes para detectar las razones de los estudiantes que influyen en la elección de los alimentos que consumen. **Resultados:** al realizar una trazabilidad entre la comprensión del alumnado sobre la nutrición (componente cognitivo) y la incidencia de la intervención en las ideas de los estudiantes hacia el consumo de alimentos (componente actitudinal), se encontró una relación favorable. **Conclusiones:** este tipo de abordajes puede contribuir a superar nociones confusas de los estudiantes hacia la alimentación, con potencial para impactar la toma de decisiones hacia estilos de vida saludables.

Palabras clave: educación en salud, nutrición, escuela, adolescentes, aprendizaje colaborativo.

1* Autor de correspondencia. Facultad de Educación, Universidad de Burgos, España. Institución Educativa Yermo y Parres, Medellín, Colombia. vj1001@alu.ubu.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9890-6473>

2 Full Professor (Didácticas Específicas), Facultad de Educación, Universidad de Burgos, España. imgreca@ubu.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3674-7985>

Cómo citar este artículo: González-Jaramillo V, Greca IM. Estrategias de prevención desde la escuela: implementación de una propuesta de enseñanza sobre nutrición humana basada en metodologías activas de aprendizaje. *Perspect Nutr Humana*. 2022;24:161-77. DOI: 10.17533/udea.penh.v24n1a02



Prevention Strategies from the School: Implementation of a Teaching Proposal on Human Nutrition Based on Active Learning Methodologies

Abstract

Background: Considering the importance of healthy eating for health and development, it is crucial to educate children and young people in this aspect; from there arises the need to turn to prevention strategies that have an impact on both the knowledge and attitudes of the students. **Objective:** To develop and evaluate a teaching proposal on human nutrition from a multidisciplinary perspective, following the didactic foundations of inquiry and collaborative work. **Material and Methods:** Two seventh-grade groups were included, a control group (n=31) and an experimental group (n=32). A concept association test analyzed using the hierarchical association technique was applied, as well as an attitude test to detect the reasons the students have for choosing the food they eat. **Results:** By tracing the understanding of the students of nutrition (the cognitive component) and the impact of the intervention on the ideas of the students about food consumption (attitudinal component), a favorable relationship was found. **Conclusions:** This type of approach can contribute to overcoming confusing notions that students have about food, with the potential to impact healthy lifestyle choices.

Keywords: Health education, nutrition, school, adolescents, collaborative learning.

INTRODUCCIÓN

Las consecuencias que derivan de hábitos alimenticios inadecuados constituyen un reto en materia de salud pública (1), ya que, a pesar de las iniciativas e insistencia de las políticas gubernamentales, los porcentajes de condiciones de malnutrición y sus respectivas secuelas siguen mostrando cifras alarmantes en diferentes contextos. Es prioritario atender las necesidades nutricionales y los hábitos saludables a temprana edad, pues los niños y niñas que presentan condición de sobrepeso y obesidad suelen continuar padeciéndola en la adolescencia y en la adultez. Esto conlleva una mayor predisposición a enfermedades como diabetes, hipertensión, hiperlipidemia, afecciones cardíacas, apnea del sueño, riesgos sicosociales, entre otras (2). También es importante recordar la relación existente entre la desnutrición posiblemente debida a la inseguridad alimentaria y la mayor probabilidad de sufrir obesidad y enfermedades no transmisibles en edades adultas (3).

La obesidad, en particular entre los niños y adolescentes, va en aumento en todos los países, y se propaga con mayor rapidez en los países de ingresos bajos y medianos. Está asociada a la aparición prematura de enfermedades como las ya mencionadas y puede invalidar muchos de los beneficios sanitarios que han contribuido a aumentar la esperanza de vida (4). De forma similar a la tendencia mundial, la prevalencia de sobrepeso está aumentando en todos los grupos de edad en América Latina y el Caribe. Este crecimiento es especialmente acusado entre adultos, niños en edad escolar y adolescentes (de 5 a 19 años) que registran aumentos de 10 y 9 puntos porcentuales en sus respectivas prevalencias de sobrepeso desde el año 2000.

Por cada persona que sufre hambre en América Latina y el Caribe, más de seis sufren sobrepeso u obesidad. La prevalencia del sobrepeso está aumentando en todos los grupos etarios, sobre todo en adultos y en niños en edad escolar. En la actualidad, casi un cuarto de la población adulta en la región sufre de obesidad, con prevalencias

más altas entre mujeres (28 %) que en hombres (20 %). En tanto la prevalencia del sobrepeso en niños y niñas menores de 5 años ya alcanza un 7,5 %, por encima del 5,9 % mundial (3). En el contexto colombiano, el 56,4 % de la población de jóvenes y adultos presenta exceso de peso, lo que representa un incremento significativo respecto al 2010. Para el mismo grupo de edad, en el departamento de Antioquia se reporta un índice de sobrepeso del 36,6 % y de obesidad del 22,1 % (5).

Considerando la importancia de la alimentación saludable para la salud y el desarrollo en general, es crucial educar a niños y adolescentes en este aspecto, en sintonía con las iniciativas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para promover los programas de educación nutricional en las escuelas (6). Si bien es cierto que los determinantes sociales y económicos juegan un papel decisivo en la calidad de vida y estado de salud de las comunidades, también lo es que el acceso a la información y la educación pueden modificar conductas. Los procesos de enseñanza de las ciencias deben ir encaminados a dotar a los estudiantes de herramientas que les permitan tomar postura y optar por decisiones que propendan hacia su bienestar. Inscrita en dicha premisa, surge la necesidad de acudir a estrategias de prevención que partan desde la educación y que incidan tanto en los conocimientos como en las actitudes del alumnado. De allí que sea de suma importancia contribuir a que los estudiantes se apropien de manera significativa del conocimiento, en este caso de la nutrición humana, y puedan aplicarlo de manera que se traduzca en decisiones certeras para sus vidas.

Se requiere una educación nutricional que refuerce los conocimientos de los estudiantes sobre la nutrición como uno de los elementos centrales para el cambio de actitudes, y los

oriente hacia hábitos dietarios apropiados (7). Sin embargo, teniendo en cuenta que las metodologías tradicionales no han sido eficientes al respecto (8), surge la necesidad de implementar propuestas que incidan de manera significativa tanto en el componente cognitivo como en las habilidades de los estudiantes acerca de los alimentos y la salud. La escuela es reconocida por su autoridad moral y, por consiguiente, la educación en salud impartida en el sistema formal genera un gran impacto (9). Así, la presente investigación apoya la necesidad de desarrollar modelos innovadores de educación alimentaria y nutricional en las escuelas, que tengan en cuenta los conocimientos existentes y los hábitos de consumo (8). Para ello, se propuso como objetivo general desarrollar y evaluar una propuesta de enseñanza sobre la nutrición humana desde una perspectiva multidisciplinar, con base en los fundamentos didácticos de la indagación y el trabajo colaborativo.

Antecedentes y estructuración de la propuesta de enseñanza

La fundamentación teórica que orientó la intervención y el desarrollo de los objetivos perseguidos por esta investigación se consolidó sobre todo a partir del análisis de las problemáticas y requerimientos actuales relacionados con la necesidad de llevar a cabo estrategias de educación nutricional que se impartan desde el ámbito escolar, así como del contexto en torno al cual se inscribe el diseño curricular para la enseñanza de las ciencias según los estándares y lineamientos del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (10).

En concordancia con los hallazgos de la revisión de la literatura (11,12), se reconocen las bondades de metodologías activas de aprendizaje que se ofrecen a los estudiantes, las cuales deberían

motivarlos a partir de interrogantes fundamentales acerca del entorno y la manera en la cual los científicos han investigado para obtener respuestas a dichas cuestiones. Por tanto, un trabajo experimental de tipo indagativo válido requiere dar respuesta a preguntas de forma que se promueva la construcción de modelos teóricos, todo ello a partir de aprender cómo formular hipótesis fundamentadas en la teoría, identificar pruebas y generar argumentos que validen las posibles explicaciones e interpretaciones (13).

Tras el rastreo de antecedentes, se valida la necesidad de una visión holística de la nutrición humana, la cual se obtiene al establecer una relación adecuada entre los componentes de todas las dimensiones de la función de nutrición. Es importante presentar los contenidos desde una perspectiva integrada, pues el uso de estrategias que impliquen interdisciplinariedad proporciona a los alumnos oportunidades de análisis y vinculación de aportes de distintas áreas del conocimiento (14). En especial en cuanto al objeto de estudio, un enfoque integral puede brindar un apoyo holístico para introducir elementos innovadores en el tratamiento de la alimentación en el currículo de la educación obligatoria (15). Además, los materiales que se diseñen para los alumnos deben estimularlos a aventurarse más allá de los límites de cada disciplina hacia consideraciones más amplias acerca de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan el tratamiento de cuestiones éticas (16).

A partir de lo anterior y en el contexto del tema del presente trabajo, se considera que para promover actitudes y hábitos que conlleven el desarrollo de una cultura para la salud es necesario comprender a los seres vivos como sistemas complejos en constante interacción con su medio y, por ende, a los procesos del cuerpo humano como una totalidad integrada (17). La multidisciplinariedad

busca que los sujetos sean capaces de establecer relaciones entre las diversas teorías generales disciplinares y que así se conforme una gran teoría holística sobre el mundo de lo natural que se puede integrar con una teoría holística sobre lo social; esto le permite tener una cosmovisión y un proyecto personal de vida (16).

En síntesis, el diseño de la intervención (18) apunta a las siguientes consideraciones:

- La viabilidad de la integración de varias disciplinas.
- La flexibilidad curricular dada por la posibilidad que tiene el maestro para movilizar el conjunto de conocimientos y habilidades de un grado a otro en función de los procesos de aprendizaje de los estudiantes.
- El reconocimiento del carácter holístico del conocimiento científico.
- La necesidad del desarrollo de la capacidad investigativa.
- La elaboración cognitiva grupal.

De allí surge una propuesta didáctica que integra las asignaturas de Biología, Física, Química, Matemáticas, Ética y Emprendimiento. Esta propuesta consiste en una secuencia de cuatro módulos en los cuales se articularon las habilidades y etapas fundamentales de la metodología por indagación (19,20), con los procesos de aprendizaje colaborativo (7,21). Una visión general de estos se presenta a continuación.

Etapas de focalización. Presentación de una situación que capte la atención de los estudiantes y permita crear un contexto para la formulación de hipótesis. Las siguientes son las preguntas que orientaron la construcción de alternativas de

explicación por parte del alumnado en cada uno de los ejes temáticos abordados:

- Módulo 1

¿Cuáles pueden ser algunas de las causas que contribuyen a que se presenten casos de malnutrición en tu comunidad educativa?

¿Qué tan nutritivas y balanceadas son las opciones de alimentos disponibles en la institución educativa y por qué?

- Módulo 2

¿De dónde proviene la energía contenida en los alimentos y de qué manera podemos evidenciar sus efectos?

¿Por qué es importante tener en cuenta las calorías que nos aportan los alimentos?

- Módulo 3

¿De qué manera contribuye el sistema digestivo a la obtención de los nutrientes que requiere el cuerpo para su funcionamiento?

¿Hacia dónde se dirige y qué función desempeña el oxígeno que entra a nuestros pulmones?

¿Qué factores pueden interferir con el funcionamiento adecuado de los órganos que conforman nuestro sistema digestivo y respiratorio?

- Módulo 4

¿Qué sucede con los nutrientes una vez han sido absorbidos por los órganos correspondientes?

¿Hacia dónde se dirigen los desechos que resultan del metabolismo celular?

¿De qué manera se puede evitar la aparición de enfermedades que puedan afectar el funcionamiento adecuado de nuestro organismo?

Etapas de exploración. Una vez que los estudiantes han formulado sus hipótesis, deben proceder a indagar qué tan completas y explicativas son, a partir de estrategias que incluyen:

- Investigación en diversas fuentes de información que les permitan ampliar sus conocimientos sobre cada uno de los temas.
- Prácticas de laboratorio a partir de la proposición de diseños experimentales definidos en los equipos de trabajo de acuerdo con los materiales disponibles y los objetivos planteados.
- Aplicación de encuestas, recolección de datos, tabulación, redacción de conclusiones y socialización de hallazgos.
- Trabajos de campo que incluyen observaciones y recolección de evidencias en el entorno.

Etapas de reflexión y comparación. La docente orienta la reflexión y consolidación de los conceptos a partir de la experiencia en las etapas anteriores. Para ello se acude a recursos como:

- “Lluvia de ideas” con lo que los estudiantes investigaron previamente.
- Construcción de un marco teórico con los aportes, experiencias y conclusiones de los participantes.
- Observación de videos y otro tipo de materiales complementarios.
- Preparación y presentación de temáticas en exposiciones de los equipos de trabajo.

Etapas de aplicación. Encaminada a poner en práctica los aprendizajes a través de:

- Actividades de clasificación y categorización.
- Seguimiento y descripción de hábitos de consumo y rutinas de los estudiantes.
- Debates y socializaciones.
- Lectura y análisis de estudios de caso o situaciones problema.
- Observación de videos y otro tipo de materiales complementarios, con el fin de asumir una postura frente a su contenido.
- Diseño de productos encaminados a satisfacer una necesidad o a contribuir a la solución de una problemática inscrita en el ámbito de los procesos implicados en la función de nutrición en el ser humano.

Según estas etapas, las características de la intervención se equiparan con la metodología de taller en la educación popular (22) en los siguientes aspectos: se parte de los saberes e ideas de los participantes; se considera un dispositivo de trabajo con grupos; es limitado en el tiempo; tiene objetivos específicos; es un proceso en sí mismo; se caracteriza por la producción colectiva; busca la generación de aprendizajes y la transformación de una situación, así como de los propios participantes; integra la teoría y la práctica; es el soporte para el desarrollo de un proceso educativo, y concibe las contradicciones como oportunidades pedagógicas. Desde esta propuesta, la práctica es la fuente de la reflexión teórica, la cual implica un proceso dinámico a través del cual se pasa de una visión ingenua de la realidad a una visión crítica de ella. En su implementación destacan aspectos como la importancia de la motivación, la promoción de la retroalimentación, los beneficios de la cohesión e interacción social y el propósito de alcanzar

objetivos comunes, los cuales están siendo monitoreados constantemente. La elaboración cognitiva grupal conlleva un conflicto sociocognitivo y, por ende, la estructuración de un esquema cognitivo propio, en la adquisición o construcción del conocimiento (7).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se enmarcó en un proyecto mayor en el cual se llevó a cabo una investigación con enfoque mixto, cuyo diseño estuvo orientado por los siguientes interrogantes: ¿existe impacto de un abordaje multidisciplinar basado en la indagación y el trabajo colaborativo en el aprendizaje de los estudiantes sobre la función de nutrición?, ¿cuál es el alcance de la propuesta para incidir en las ideas y actitudes de los adolescentes hacia la alimentación? Para ello se partió de una revisión sistemática de la literatura relacionada con la enseñanza de la nutrición humana y la educación para la formación de buenos hábitos alimenticios y la salud, dirigida a estudiantes de básica secundaria (12).

Como punto de partida para la revisión iniciada en el segundo semestre del 2018, se utilizó la búsqueda básica de la colección principal de la Web of Science, luego se realizó una búsqueda en Scopus y se completó con registros en español de la base de datos SciELO a partir de las palabras clave *nutrición* y *educación*. La selección de las bases de datos se apoyó en su calidad, reconocimiento entre la comunidad científica y cobertura. Tras la omisión de 586 registros, se contó con 40 artículos seleccionados como potenciales para la revisión, los cuales fueron leídos en su totalidad. Como criterio de inclusión final, se tuvieron en cuenta aquellos estudios en los cuales se detectaran de manera clara y coherente los siguientes apartados: justificación, referentes teóricos, objetivos, caracterización de la muestra, descripción de

la intervención, ejes temáticos, metodología de la investigación y resultados/conclusiones (la muestra final fue de 24 artículos).

El objetivo principal de la revisión fue determinar qué tipo de tratamiento se le da a la noción de *nutrición* y qué tan holístico es el abordaje del tema, además de verificar la existencia de propuestas de carácter multidisciplinar que puedan derivar en aprendizajes significativos, así como la inclusión de la dimensión de las actitudes como prerrequisito para la adopción de conductas en pro de la salud y el bienestar. Se trazó como meta actualizar la evidencia sobre las estrategias preponderantes empleadas desde el ámbito escolar en programas de educación nutricional, con miras a diseñar, en un siguiente paso, una propuesta novedosa de enseñanza que estimule la formación de buenos hábitos en estudiantes con edades comprendidas entre los 12 y los 14 años.

A modo de conclusión de dicha revisión, se destacan como estrategias potencialmente significativas aquellas en las cuales se consideren aspectos como la pertinencia de la integración curricular, la implementación de propuestas multicomponentes, la asignación de una intensidad adecuada que permita la inversión del tiempo suficiente para la ejecución de las propuestas, la viabilidad del uso de metodologías activas de aprendizaje, la importancia de impactar tanto el conocimiento en nutrición como las actitudes, hábitos y toma de decisiones frente a estilos de vida saludables.

En un segundo momento, se diseñó una propuesta de enseñanza sobre la nutrición humana desde una perspectiva multidisciplinar, siguiendo los fundamentos didácticos del enfoque por indagación y el trabajo colaborativo,¹ la cual fue ejecutada y

evaluada a partir de los instrumentos y técnicas de análisis que se describen a continuación:

Contexto y población

La intervención se llevó a cabo con cuatro grupos del grado séptimo (edades comprendidas entre los 12 y 14 años) de una institución educativa de carácter oficial de la ciudad de Medellín, Colombia. Estos grupos se dividieron en un grupo control, otro piloto y dos experimentales. La aplicación de la prueba piloto de la secuencia titulada “Nutrición en el Ser Humano, conozcamos y cuidemos nuestro cuerpo” se desarrolló durante el primer semestre del 2019. Con los grupos experimentales se inició el proceso en el segundo semestre del mismo año y se culminó con las actividades y pruebas finales en el mes de octubre. En el presente artículo, se hace alusión a los hallazgos y contrastación de resultados para uno de los grupos experimentales (n = 32) en relación con el control (n = 31).

Con el grupo control se desarrollaron las temáticas propias del grado en la secuencia de contenidos estipulada por la propuesta curricular del plan de área, en la cual hay una alternancia de contenidos de física, química y biología, así como un abordaje de los sistemas que intervienen en la función de nutrición de una manera poco integradora. Además, la metodología no enfatizaba en las experiencias de indagación científica ni favorecía el trabajo colaborativo entre el alumnado. Si bien se procuró incidir de la mejor manera en el aprendizaje de los estudiantes, el predominio de las estrategias empleadas era más orientado a las explicaciones por parte del docente, la consulta en libros de texto, el desarrollo de actividades de aplicación y algunas experiencias prácticas a modo de “receta”, en las que se siguen unas pautas previamente consolidadas.

Con el grupo experimental se trabajaron los cuatro módulos de la propuesta didáctica basada en

¹ Disponible en: <https://acortar.link/1Z4Ar9>

la integración curricular y las metodologías activas de aprendizaje. Para ello se invirtieron nueve semanas con una intensidad aproximada de cuatro horas semanales, tiempo correspondiente a un período académico escolar.

Instrumentos de recolección de la información

Test de asociación de conceptos (TAC). Fue diseñado por los investigadores de este estudio y validado por otros profesionales del área de la salud y la educación. El test se componía por los siguientes 14 términos: *nutrientes – alimentos – materia – digestión – respiración – circulación – excreción – grasas – carbohidratos – proteínas – vitaminas – calorías – energía – gases respiratorios*; para cada uno de ellos, los alumnos debían escribir otras cuatro palabras que consideraran afines. Se aplicó con la intención de medir la cantidad e intensidad de conexiones (23) que los estudiantes están en capacidad de establecer entre los sistemas biológicos que intervienen en el proceso de nutrición, la función de los tipos de nutrientes contenidos en los alimentos y el intercambio y transformación de materia y energía.

Test de actitudes. Compuesto por cuatro ítems adaptados de un test tipo Likert para indagar por las ideas del alumnado sobre la nutrición que aluden al componente de las actitudes (1), así como por una pregunta abierta en la cual se pidió a los estudiantes escribir brevemente cuáles son las razones por las cuales eligen los alimentos que consumen. Cada uno debía mencionar tres de ellas, tanto en el pre como en el postest. De acuerdo con el diseño metodológico y los objetivos del presente trabajo, se incluyen los resultados y análisis de la segunda parte del test, correspondiente a los motivos expresados por los estudiantes para seleccionar los alimentos que hacen parte de sus hábitos dietarios.

Instrumentos de análisis de la información

Análisis de agrupaciones jerárquicas. Usado para visualizar las asociaciones que los estudiantes establecieron entre los conceptos incluidos en el TAC y que dan cuenta de diferentes dimensiones que subyacen a la función de nutrición en el ser humano. Esto se logra gracias a la formación de grupos (clústeres) en diferentes niveles acordes a las relaciones construidas por el alumnado; las distancias resultantes se interpretan como el grado de asociación entre los conceptos. Los datos proporcionados por el TAC se transformaron en un coeficiente de relación entre pares de conceptos clave, con cuyos valores promedio se construyó una matriz de similitud, importada al *software* Past (V3) para obtener los respectivos diagramas de agrupaciones jerárquicas.

Categorización de la pregunta abierta del test de actitudes. En el caso de la pregunta abierta para indagar por las razones para elegir los alimentos que se consumen, se establecieron categorías de análisis según las opciones de respuesta dadas por los estudiantes con el objetivo de revelar aspectos en común, detectar cuáles son los motivos que tienen más peso para la elección de productos alimenticios y establecer una comparación entre los criterios que se mencionan como prioritarios, antes y después de la intervención. Finalmente, con miras a favorecer la visualización e interpretación del conjunto de respuestas, se utilizó el diagrama de araña, cuyos ejes corresponden a las categorías encontradas y su respectiva comparación del número de estudiantes incluidos en ellas antes y después de la intervención.

Consideraciones éticas

Previo al inicio del proceso, se contó con el consentimiento informado de las directivas de la

institución, así como de los acudientes de los estudiantes que participaron.

RESULTADOS

Test de asociación de conceptos

En relación con los hallazgos obtenidos para evaluar el componente cognitivo asociado a los conocimientos de los estudiantes sobre nutrición, se destaca cómo en el pretest del TAC de ambos grupos (Figura 1) hay una coincidencia en la formación de tres clústeres de conceptos, tal como se especifica a continuación:

1. Grasas, calorías, carbohidratos, proteínas, vitaminas, alimentos, nutrientes, energía.
2. Materia, digestión, excreción, circulación.
3. Respiración y gases respiratorios.

Si bien hay un reconocimiento de los tipos de nutrientes presentes en los alimentos, hay una disociación con los procesos fisiológicos que intervienen en su procesamiento y distribución, lo cual es consistente con estudios previos que

reportan la centralización en las propiedades de los alimentos y su falta de relación con los sistemas biológicos que contribuyen con la función de la nutrición (24).

Es notorio cómo en el postest del grupo control (Figura 2), los tres grupos de conceptos detectados inicialmente se mantuvieron después de la intervención; la diferencia entre ambos momentos fue la mayor proximidad en el agrupamiento para el caso del postest. Lo anterior da cuenta de una leve mejoría en el nivel de asociación de los estudiantes.

En el diagrama de asociaciones jerárquicas del postest del grupo experimental (Figura 3), destaca cómo los conceptos comienzan a agruparse antes, además de pasar a formar dos conjuntos entre ellos:

1. Respiración, gases respiratorios, circulación, materia y excreción.
2. Grasas, calorías, energía, carbohidratos, proteínas, alimentos, nutrientes, vitaminas.

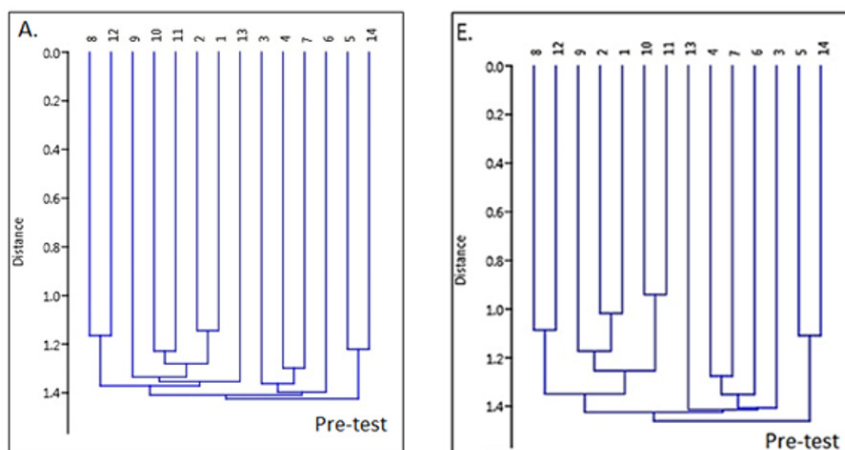


Figura 1. Diagramas de asociaciones jerárquicas para los resultados del pretest de los grupos control (A) y experimental (E). Los números corresponden a los siguientes conceptos: 1. Nutrientes 2. Alimentos 3. Materia 4. Digestión 5. Respiración 6. Circulación 7. Excreción 8. Grasas 9. Carbohidratos 10. Proteínas 11. Vitaminas 12. Calorías 13. Energía 14. Gases respiratorios.

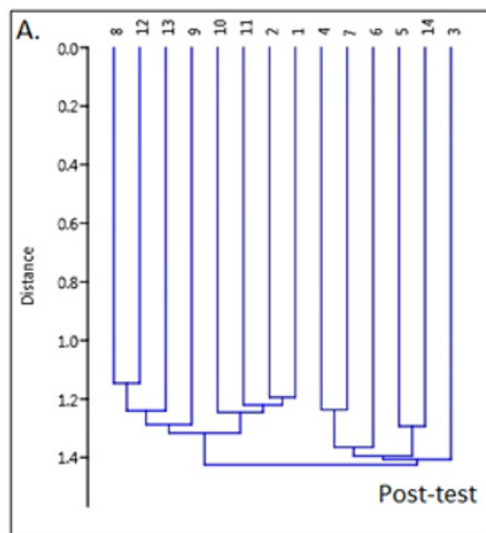


Figura 2. Diagramas de asociaciones jerárquicas para los resultados del posttest del grupo control.

Las variaciones en las conexiones establecidas por el alumnado aluden a su capacidad para comprender de una manera más significativa el papel de la digestión en la obtención de los nutrientes presentes en los alimentos; el proceso de intercambio/transformación/liberación de materia durante el metabolismo; el reconocimiento de la función de circulación como mecanismo de transporte de nutrientes, gases respiratorios y sustancias de eliminación; así como el aporte energético/calórico de los diferentes tipos de alimentos.

Razones para elegir los alimentos. Una vez obtenidas las respuestas a “escribe tres razones por las cuales eliges los alimentos que consumes”, estas se organizaron en subgrupos según el grado de afinidad entre ellas. Luego se pasó a establecer categorías más precisas que abarcaran respuestas estrechamente relacionadas de acuerdo con la intención del estudiante y la prevalencia de palabras clave. Tras este método quedaron definidas cinco unidades de análisis, identificadas como:

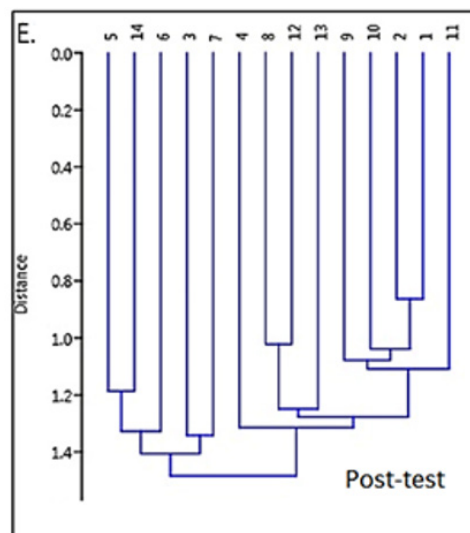


Figura 3. Diagramas de asociaciones jerárquicas para los resultados del posttest del grupo experimental.

- Placer (gusto/sabor)
- Disponibilidad (Acceso y preparación)
- Salud (Buen desarrollo/protección enfermedades)
- Aporte energético (Calorías/fuerza)
- Contenido nutricional

Es importante mencionar que estas dimensiones detectadas como influyentes en la selección de alimentos por parte de los estudiantes fueron comunes a todos los grupos y además se mantuvieron presentes tanto en el pre como en el posttest; la diferencia entre ambos momentos fue el porcentaje de alumnos que indicó cada una de las opciones.

Al indagar sobre la elección de los alimentos, se encontró que en el pretest de todos los grupos (Figura 4) hay un predominio de la categoría identificada como *placer*, en la cual los estudiantes utilizan expresiones como “porque me gustan”, “tienen buen sabor”, “son deliciosos”, “me ape-

tecn”. También hay un buen reconocimiento de las implicaciones para la salud derivadas del consumo de ciertos alimentos, lo cual está evidenciado por razones como “porque son saludables”, “me hacen bien”, “me protegen de enfermedades”, “no son dañinos”.

Así mismo, como se aprecia en las figuras 5 y 6, las dimensiones de *placer* y *salud* vienen siendo las predominantes en las respuestas antes de la intervención, con un porcentaje similar en ambos grupos del 45 y el 27 % respectivamente. Pero también llama la atención el porcentaje de estudiantes que hacen alusión a motivos asociados con la disponibilidad de los alimentos debido a su acceso, facilidad de preparación, suministro en el hogar o bajo costo (12 % en el grupo control y 17 % en el experimental). Finalmente, las categorías de menor representatividad fueron aquellas relacionadas con el *aporte energético* y el *contenido nutricional* de los alimentos. En contraste,

en el postest se aprecia un incremento en los ejes que están asociados con estas mismas dos dimensiones; es más notorio para el grupo experimental, en el cual se pasa de un 8 a un 23 % para la composición nutricional, y de un 3 a un 16 % para el aporte energético (Figura 6).

A su vez, las categorías que tienen relación con el *placer/gusto* y la *disponibilidad*, aunque siguen presentes, disminuyeron en porcentaje en relación con el pretest. Estas arrojaron tras la intervención un valor del 22 % en la dimensión de *placer* y del 5 % en la *disponibilidad*, para el grupo experimental. Si bien en el grupo control hubo una variación al respecto, es más notorio cómo, en el experimental en un segundo momento, los estudiantes emplean argumentos que están más relacionados con las bases conceptuales (Figura 7). En especial, se presenta un aumento en las dimensiones de *contenido nutricional* y *aporte energético*, y en el pretest predominó el *placer* y la *disponibilidad*.

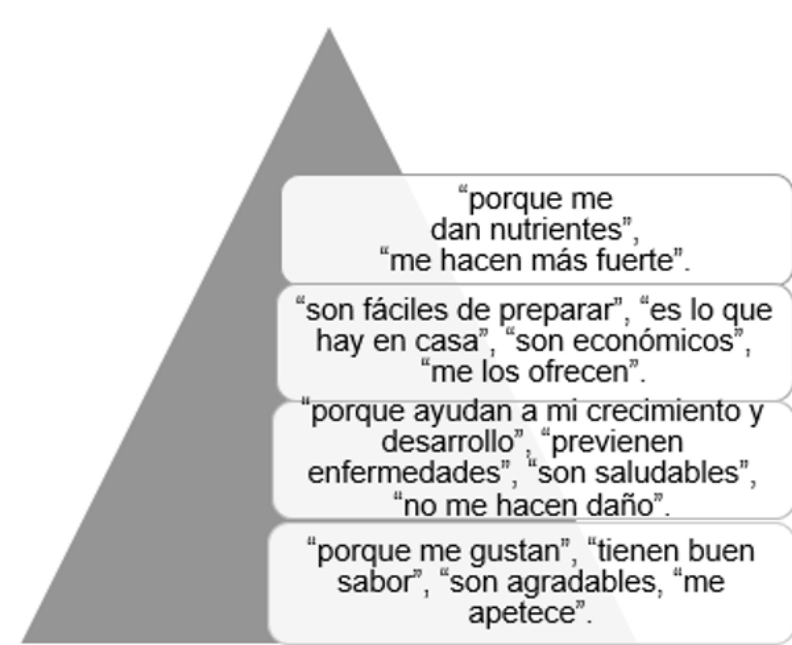


Figura 4. Predominio del tipo de respuestas de los estudiantes en el pretest alusivas a las razones para elegir los alimentos.

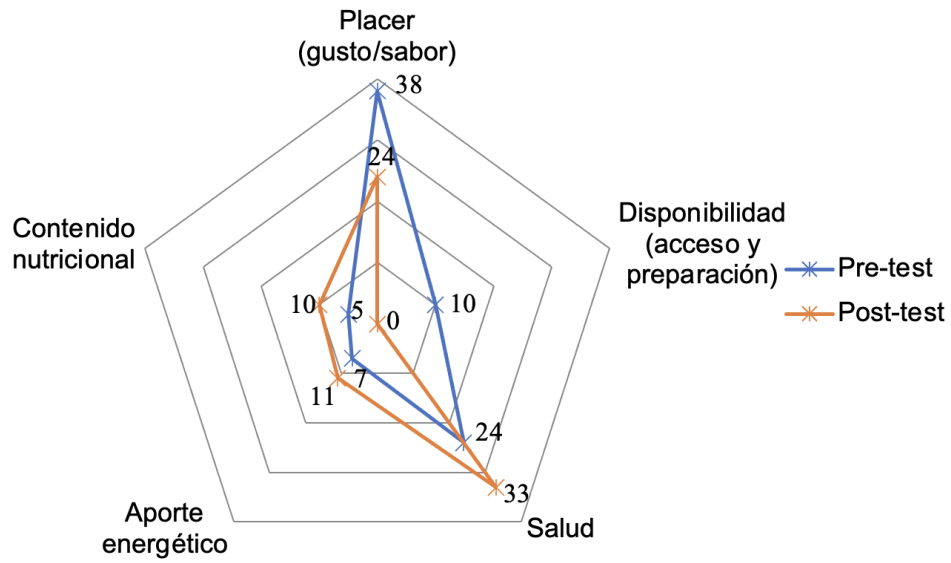


Figura 5. Elección de alimentos grupo control.

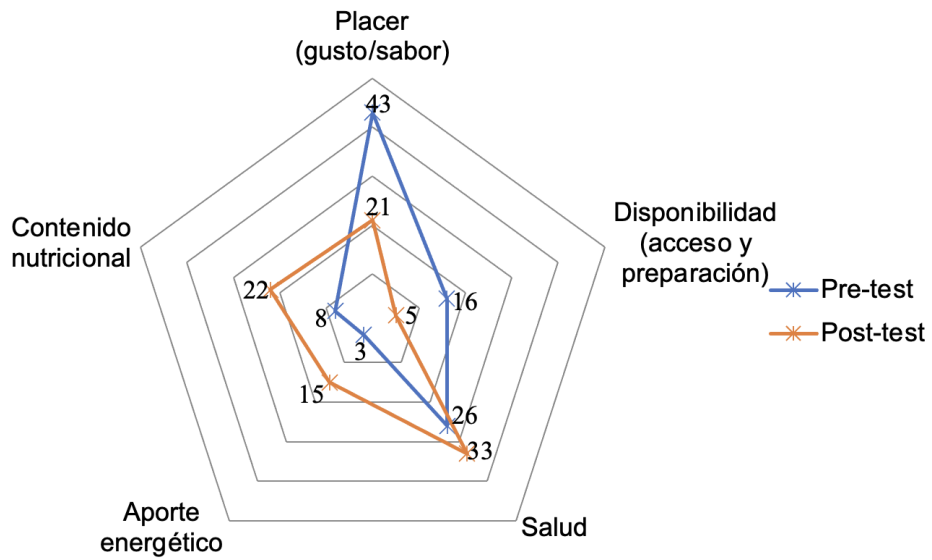


Figura 6. Elección de alimentos grupo experimental.

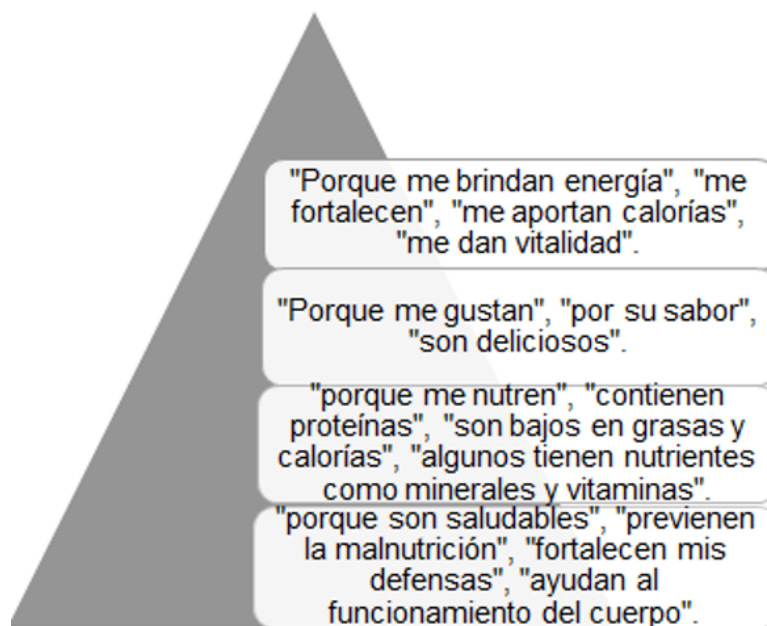


Figura 7. Predominio del tipo de respuestas de los estudiantes del grupo experimental en el pro-test alusivas a las razones para elegir los alimentos.

DISCUSIÓN

En los hábitos dietarios de los adolescentes influyen factores de diversa índole relacionados con sus condiciones individuales (su conocimiento sobre nutrición), el contexto sociocultural (como la familia y la escuela), el ambiente físico (la disponibilidad de alimentos) y los medios de comunicación (por ejemplo, la publicidad) (25). Sin desconocer el efecto de la interrelación entre los aspectos anteriores, hoy en día se hace necesario profundizar en el papel de la dimensión cognitiva en las conductas alimentarias de las personas (26) y mejorar la comprensión de los adolescentes sobre los conceptos relacionados con la salud y la nutrición. Lo anterior puede conducir a la adopción de estilos de vida más saludables en esta población (27). Por esto, se debe contribuir a que los estudiantes se apropien de manera significativa del conocimiento, en este caso de la

nutrición humana, y puedan aplicarlo de manera que se traduzca en decisiones certeras para sus vidas. De la mejor alimentación de niños y adolescentes dependerá su crecimiento cognitivo y su aprendizaje, y por ende sus opciones para contribuir al desarrollo de sus familias y sociedades (3).

Los avances de la ciencia han llevado a un nuevo enfoque en la salud basado en la prevención, el cual incorpora elementos de distintas disciplinas. El sistema educativo debe cumplir un papel fundamental en la comprensión científica de los diferentes aspectos que subyacen a esta y ser capaz de incidir en la promoción de hábitos de vida saludable (28). Se requiere por lo tanto establecer una adecuada conexión entre la educación en salud y las estrategias de enseñanza. Así mismo, la educación nutricional debe incorporarse al currículo escolar desde los primeros

años con la participación activa de maestros, familiares y otros profesionales de la comunidad.

Atendiendo a la viabilidad de que materiales educativos que sean significativos tienen el potencial de inducir tanto la apropiación del conocimiento (29) como cambios en los hábitos dietarios (30), se buscó favorecer la apropiación conceptual en los estudiantes, para que a su vez esto sirviese de base para un posible cambio de actitudes. Los factores psicológicos implicados en los hábitos dietarios, entre ellos las creencias acerca de los alimentos y patrones alimentarios, son un tópico reciente y poco explorado. Se resalta que la intención es el predictor más directo de la conducta alimentaria y está determinado por las creencias frente al tema. Estas creencias pueden ser el resultado de la observación directa, la aceptación de información obtenida de fuentes externas o de procesos de inferencia (31) y son consideradas proposiciones que las personas toman como verdaderas y que influyen en su comportamiento (32). Los entornos alimentarios (hogares, escuelas) deben fomentar una alimentación más saludable que facilite el consumo de alimentos nutritivos y la mejora de los patrones alimentarios de la población, que contribuyan en la disminución la malnutrición en todas sus expresiones (desnutrición, deficiencia de micronutrientes, sobrepeso y obesidad) (33).

Uno de los hallazgos más importantes que motivó el desarrollo de esta investigación es el hecho de que las metodologías tradicionales no han sido eficaces para inducir cambios en las actitudes y hábitos de los estudiantes consecuentes con estilos de vida saludable (8). Los programas de educación nutricional dirigidos a escolares deben propender a mejorar los conocimientos sobre nutrición como uno de los componentes más importantes para proporcionar elementos con el potencial de ser considerados en la toma de decisiones certeras frente a conductas saludables. Sin

desconocer que existen otros factores biológicos, sociales, económicos y culturales que permean las costumbres y hábitos asociados al consumo de alimentos, se destaca el papel del conocimiento en la adopción de una postura más crítica y racional frente a las conductas alimentarias.

Si bien con el grupo control se buscó orientar un proceso organizado y bien planeado con el fin de propiciar en los estudiantes la comprensión de la función de nutrición y todo lo que con ella se relaciona, la comparación entre el desempeño de dicho grupo y el experimental permitió evidenciar avances más significativos en el alumnado que tuvo la oportunidad de trabajar el tema a partir de la propuesta multidisciplinar basada en la integración curricular, la indagación y el trabajo colaborativo. La capacidad detectada en los estudiantes para establecer relaciones más próximas y significativas entre las nociones fundamentales que aluden a las distintas dimensiones de la función de nutrición, así como su incidencia en las actitudes hacia la alimentación —de manera específica en los argumentos expresados para guiarse en el consumo de alimentos—, pueden considerarse una consecuencia del proceso de enseñanza.

Este tipo de progresos a nivel conceptual pueden contribuir a subsanar algunas de las dificultades reportadas en la literatura sobre la enseñanza de este tópico en particular y conllevan la posibilidad de contar con elementos de juicio sólidos en el momento de enfrentarse a experiencias cotidianas que impliquen tomar decisiones prácticas relacionadas con los estilos de vida y la salud. Intervenciones de este estilo, que propenden hacia metodologías activas de aprendizaje y que buscan mejorar los procesos de asimilación conceptual relacionados con la función de nutrición, han reportado también un impacto asociado a los hábitos de la población en edad escolar (2,7,34).

Se considera que sería muy significativo y enriquecedor desde varios puntos de vista que otros docentes ejecuten la propuesta de enseñanza de la nutrición acá presentada, en otros contextos con grupos de estudiantes en rangos de edades similares. Así mismo y atendiendo a la complejidad de la problemática, se requiere que, en próximas investigaciones, se incluya de una manera más activa y participativa las familias de los estudiantes y otros estamentos de la comunidad educativa.

Por otro lado, y dados los modelos educativos basados en la virtualidad —los cuales se vieron

incentivados por las condiciones de la pandemia por COVID-19—, sería interesante investigar el proceso de implementación y evaluación de esta propuesta en contextos virtuales o basados en la alternancia entre los encuentros sincrónicos presenciales y mediados por plataformas para acompañamientos en línea.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

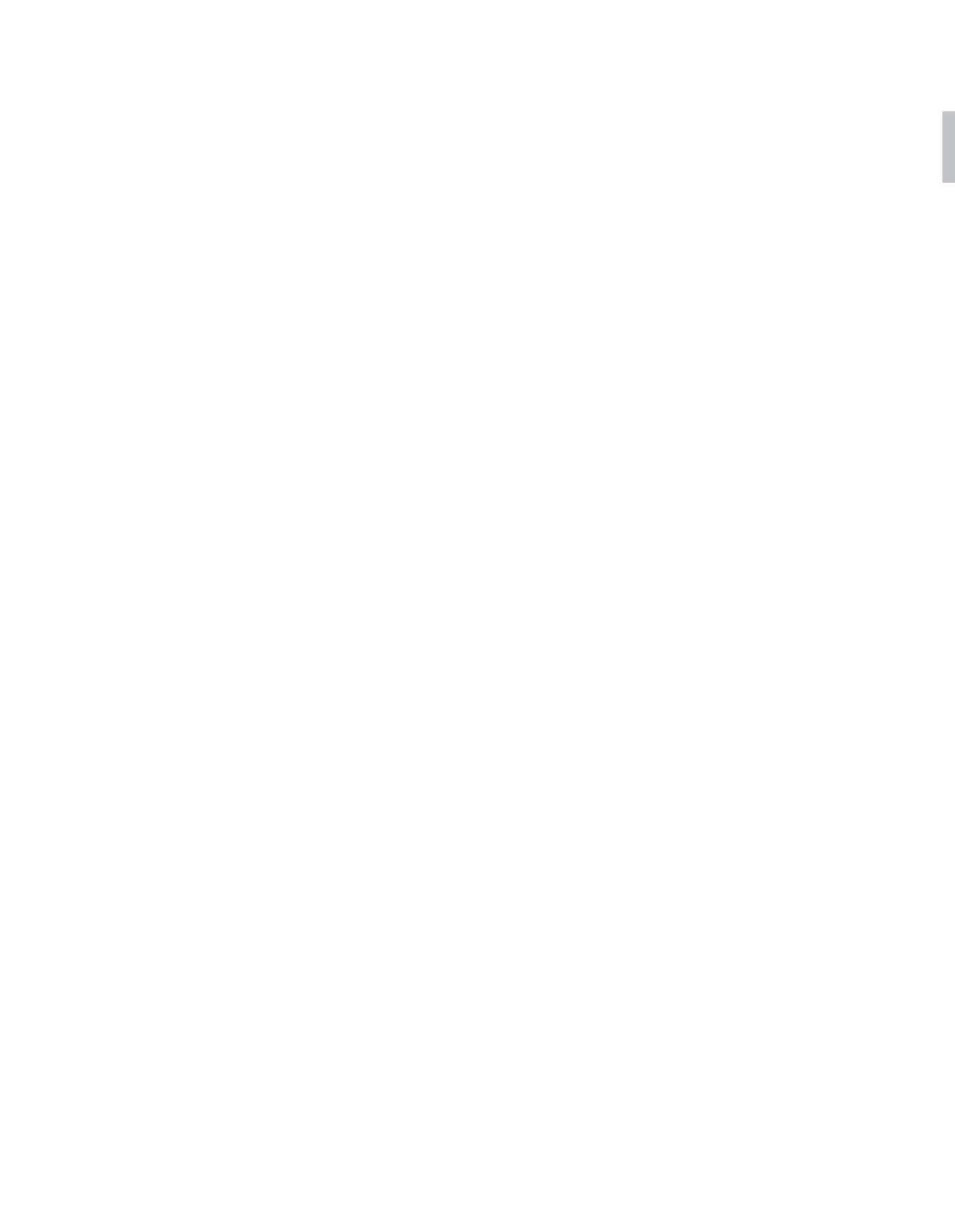
Referencias

1. Méndiz-Rojas H, Ferrer R, Urzúa, A, Aguaded, I. Desarrollo de una escala breve para medir actitudes hacia una alimentación saludable en población escolar preadolescente. *Rev Chil Nutr.* 2017;44:177-81. <http://doi.org/10.4067/S0717-75182017000200009>
2. Carson DE, Reiboldt W. An after-school program on nutrition and physical activity for elementary school children. *Fam Consum Sci Res J.* 2011;39(3):267-78. <https://doi.org/10.1111/j.1552-3934.2010.02065.x>
3. FAO, OPS, WFP, UNICEF. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 2019. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51685>
4. OMS. Es hora de actuar: informe de la Comisión Independiente de alto nivel de la OMS sobre Enfermedades no Transmisibles. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2018. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272712>
5. Salazar Blandón DA, Alzate Yepes T, Múnera Gaviria HA, Pastor Durango, M del P. Sobrepeso, obesidad y factores de riesgo: un modelo explicativo para estudiantes de Nutrición y Dietética de una universidad pública de Medellín, Colombia. *Perspect Nutr Hum.* 2020;22(1):47-59. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v22n1a04>
6. Ercan, O. The effects of multimedia learning material on students' academic achievement and attitudes towards science courses. *J. Balt. Sci. Educ.* 2014;13(5): 608-21. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.608>
7. Yang YTC, Wang CC, Tsai MF, Wang JS. Technology-enhanced game based team learning for improving intake of food groups and nutritional elements. *Comput Educ.* 2015;88:143-59. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.04.008>
8. Salinas J, González CG, Fretes G, Montenegro E, Vio F. Bases teóricas y metodológicas para un programa de educación en alimentación saludable en escuelas básicas de Chile. *Rev Chil Nutr.* 2014;41:343-50. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000400001>
9. Anghel GA, Gorghiu G, Buruleanu CL, Gorghiu, LM. Education for Healthy Eating in the Actual Curricular Context - A Case Study. *J. Sci. Arts.* 2017;4(41):815-22. Disponible en: http://www.josa.ro/docs/josa_2017_4/b_06_Gorghiu.pdf
10. Ministerio de Educación Nacional. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales: Formar en ciencias, ¡el desafío!. Bogotá, Colombia: MEN; 2004. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-81033_archivo_pdf.pdf

Implementación de una propuesta de enseñanza sobre nutrición humana

11. Meiklejohn S, Ryan L, Palermo C. A systematic review of the impact of multi-strategy nutrition education programs on health and nutrition of adolescents. *J Nutr Educ Behav.* 2016;48(9):631-46. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jneb.2016.07.015>
12. González-Jaramillo V, Greca I, González S. Review of the strategies employed in the school setting for the teaching of human nutrition. *Rev Chil Nutr.* 2020;47(3):512-23. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300512>
13. Marchán-Carvajal I, Sanmartí N. Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación Química.* 2015;26:267-74. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.06.001>
14. Núñez G, Mazzitelli C, Vázquez S. ¿Qué saben nuestros alumnos sobre alimentación y nutrición? *Revista Iberoamericana de Educación.* 2007;43(5):2-8. Disponible en: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2311>
15. Pérez de Eulate L, Llorente E, Gavidia V, Caurín C, Martínez MJ. ¿Qué enseñar en la educación obligatoria acerca de la alimentación y la actividad física? Un estudio con expertos. *Enseñanza de las Ciencias.* 2015;33(1):85-100. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1355>
16. Ministerio de Educación Nacional. Lineamientos curriculares: Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá, Colombia: MEN, 1998. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
17. Bonilla MX, López MM, Bermejo D, Sepúlveda G. Cómplices en el proceso de la nutrición. Colección: El cuerpo humano como sistema. *Materiales para Apoyar la Práctica Educativa.* México, México: INEE. 2015. Disponible en: <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2018/12/P1D418.pdf>
18. González-Jaramillo V, Greca I, González S. Nutrición en el ser humano: Evaluación de una propuesta didáctica multidisciplinar basada en la indagación y el aprendizaje colaborativo. *Investigações em Ensino de Ciências.* 2021;26(1):188-216. <http://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p188>
19. National Research Council. *Inquiry and the national science education standards.* Washington, DC: National Academy Press, 2000.
20. Uzcategui Y, Betancourt C. Metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación.* 2013;78(37):109-27. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/ri/v37n78/art06.pdf>
21. Collazos CA, Mendoza, J. Cómo aprovechar el aprendizaje colaborativo en el aula. *Educación y Educadores.* 2006;9(2):61-76. <https://www.redalyc.org/pdf/834/83490204.pdf>
22. Cano, A. La metodología de taller en los procesos de educación popular. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales.* 2012;2(2): 22-51. En *Memoria Académica.* Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.5653/pr.5653.pdf
23. Novak J, Gowin D. *Learning How to Learn.* Cambridge: Cambridge University Press, 1984, 199 pp. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173469>
24. Rivadulla-López JC, García-Barros S, Martínez-Losada C. Qué enseña y evalúa sobre nutrición humana un grupo de profesores españoles y portugueses de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias.* 2017;35(3):69-87. <https://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2347>
25. Barco Leme AC, Fisberg RM, Baranowski T, Nicklas T, Callender CS, Kasam A, et al. Perceptions About Health, Nutrition Knowledge, and MyPlate Food Categorization Among US Adolescents: A Qualitative Study. *J Nutr Educ Behav.* 2021;53(2):110-19. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2020.11.008>
26. Chansukree P, Rungjindarat N. Social cognitive determinants of healthy eating behaviors in late adolescents: a gender perspective. *J Nutr Educ Behav.* 2017;49(1):204-10. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2016.10.019>

27. Giménez-Legarre N, Santaliestra-Pasías AM, Beghin L, Dallongeville J, de la O A, Gilbert C, et al. Dietary patterns and their relationship with the perceptions of healthy eating in European adolescents: the HELENA Study. *J Am Coll Nutr.* 2019;38:703-13. <https://doi.org/10.1080/07315724.2019.1598900>
28. Mahajan BS, Chunawala S. Indian secondary students' understanding of different aspects of health. *Int J Sci Educ.* 1999; 21:1155-68. <https://doi.org/10.1080/095006999290129>
29. Moreira MA. La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática.* 2012;31: 9-20. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5898461>
30. Bullen K, Benton D. Moving to senior school: an under-exploited opportunity to teach nutrition? *Int J Sci Educ.* 2004;26:353-64. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072773>
31. Reyes L. La Teoría de la Acción Razonada. Implicaciones para el estudio de las actitudes. *Investigación Educativa Duranguense.* 2007;7:66-77. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2358919>
32. Sánchez J, Martínez A, Nazar G, Mosso C, del-Muro L. Creencias alimentarias en estudiantes universitarios mexicanos: Una aproximación cualitativa. *Rev. chil. nutr.* 2019;46(6): 727-734. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182019000600727>
33. HLPE. La nutrición y los sistemas alimentarios. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Roma: HLPE, 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I7846ES/i7846es.pdf>
34. Filadelfo C, Guridi V. Evaluación de una secuencia didáctica basada en actividades lúdicas para la enseñanza de alimentación y nutrición en los primeros años de la enseñanza secundaria. *Revista Enseñanza de la Física.* 2014;26:309-20. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9811>



INVESTIGACIÓN

Educación nutricional grupal interactiva dirigida a niños y niñas de escuelas públicas del cantón de La Unión, Costa Rica

DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a03

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022, pp. 179-197.

Artículo recibido: 22 de febrero de 2022

Aprobado: 4 de noviembre de 2022

Rocío González-Urrutia^{1*}; Ofelia Flores-Castro²

Resumen

Antecedentes: el método de la Educación Nutricional Grupal Interactiva se emplea con adultos desde hace veinte años en la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica. **Objetivo:** describir la aplicación de la Educación Nutricional Grupal Interactiva en proyectos para población infantil desarrollados por estudiantes de la Escuela de Nutrición en escuelas públicas de La Unión, Cartago. **Materiales y métodos:** se revisaron 12 proyectos desarrollados de agosto a noviembre del 2016 en nueve escuelas públicas urbanas (3802 preescolares y escolares matriculados), en el marco del curso NU-2030. Se estudió la prevalencia de exceso de peso y problemas alimentarios nutricionales como punto de partida. En cuanto a este método, se analizaron objetivos, número, construcción y secuencia de sesiones educativas, número de participantes, materiales y actividades, barreras y facilitadores, métodos de evaluación, metas e indicadores, seguimiento y resultados del proceso. **Resultados:** a pesar del corto tiempo de intervención, se observaron algunos cambios de comportamiento en niños y niñas. El uso del juego facilitó una participación activa, mientras que la adaptación de los tiempos en las sesiones y el seguimiento dado permitieron una implementación apropiada del método. **Conclusión:** sí es posible aplicar este método a población escolarizada; es importante trabajar en las barreras identificadas para el involucramiento de los actores del ambiente escolar.

Palabras clave: educación nutricional, alimentación saludable, obesidad infantil, promoción de la salud, ambiente escolar.

1* Autor de correspondencia. M. Ed., Escuela de Nutrición, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. rocio.gonzalez@ucr.ac.cr. <https://orcid.org/0000-0002-4008-4339>

2 MSc. Escuela de Nutrición, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. ofelia.florescastro@ucr.ac.cr. <https://orcid.org/0000-0001-7452-6820>

Cómo citar este artículo: González-Urrutia R, Flores-Castro O. Educación nutricional grupal interactiva dirigida a niños y niñas de escuelas públicas del cantón de La Unión, Costa Rica. *Perspect Nutr Humana*. 2022;24:179-97. DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a03



Interactive Group Nutrition Education for Children in Public Schools in the Canton of La Unión, Costa Rica

Abstract

Background: The Interactive Group Nutritional Education method has been used with adults for twenty years at the Nutrition School of Costa Rica University. **Objective:** To describe the application of the Interactive Group Nutrition Education method in projects for children, applied by Nutrition School students in public schools located in La Unión, Cartago. **Materials and Methods:** 12 projects were carried out and reviewed between August and November 2016 at nine urban public schools (3802 preschool and school-age children), based on work experiences of the course NU-2030. Childhood overweight and obesity prevalence and problems related to eating habits were studied as starting points. Regarding this method, were analyzed objectives, number, inner construction and sequence from sessions, participants number, materials/activities, barriers and facilitators, evaluation methods, goals and indicators, monitoring and results of the process. **Results:** Despite the reduced intervention time, some behavioral changes were observed in children. The usage of games promoted an active participation of the children, while the adaptation of the times in the sessions and the follow-up given allowed an appropriate implementation of the method. **Conclusions:** It is possible to apply this method to the school population; it is important to work on the barriers identified to involve all parties of the school environment.

Keywords: Nutritional education, healthy eating, childhood obesity, health promotion, school environment.

INTRODUCCIÓN

Según el 1.^{er} Censo Escolar de Peso y Talla 2016 en Costa Rica (1), la prevalencia de exceso de peso, sobrepeso más obesidad, es del 34 %, muy por encima del 10 % reportado a nivel mundial (2). Las causas son de muy variada naturaleza, pero como principales se apuntan la alimentación poco saludable y la inactividad física, que están permeadas por el ambiente más cercano en el que se desenvuelve la persona menor de edad (hogar, centros educativos y comunidad) (3). La evidencia señala que intervenciones que consideren los elementos de alimentación y actividad física pueden apoyar en la prevención del exceso de peso (4).

Uno de los principales espacios para el desarrollo de un estilo de vida saludable son los centros educativos (5), dado que el proceso de socialización dentro del entorno escolar favorece las interacciones que facilitan el proceso de aprendizaje y la apropiación de conocimientos (6). Además, el

tiempo prolongado de permanencia en estos lugares y la posibilidad de consumir hasta dos tiempos de comida los convierten en un sitio ideal para llevar a cabo diferentes programas, proyectos y actividades que contribuyan a la promoción de hábitos de vida saludable y prevengan el exceso de peso (2,7). Puntualmente, el Comedor Escolar cumple, entre otras, un rol nutricional y educativo relevante, pues colabora no solo en el desarrollo de hábitos alimentarios, sino que también aporta a la socialización y convivencia (8).

En especial, con relación a la función educativa, Morán et al. (9) señalan que el profesional en nutrición debe procurar que los procesos de alimentación dentro de los centros educativos logren posicionarse como a) instrumentos de educación nutricional; b) ámbitos de formación y educación del comportamiento alimentario, y c) medios de información nutricional y mensajes positivos.

Educación Nutricional Grupal Interactiva

La educación nutricional es una herramienta definida de acuerdo con el enfoque y propósito de la intervención, de la que puede echar mano el profesional en nutrición. Tiene como objetivo que el individuo o grupo logre “la adopción voluntaria de conductas alimentarias saludables mediante la enseñanza y aprendizaje sobre la alimentación y la nutrición como elementos básicos para la conservación de la salud” (10, p. 48). Contento (11) la define de una forma más completa e indica que podría estar constituida por combinaciones de estrategias educativas que estén diseñadas para favorecer las posibilidades de que las personas realicen acciones concretas de manera voluntaria, tanto para la selección y consumo de alimentos como en otros aspectos que le permitan la construcción de salud y bienestar, y que además incluyan actividades en diferentes niveles: individual, institucional y comunitario.

En Costa Rica, estudiantes y docentes de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica (ENU-UCR) han utilizado, desde hace más de dos décadas, para el desarrollo de proyectos o intervenciones dirigidas a personas adultas, un método particular de educación nutricional denominado Educación Nutricional Grupal Interactiva (ENGI). Este método considera, entre otros aspectos, el cambio en conocimientos, actitudes y comportamientos relacionados con la forma en que las personas se alimentan (12). Surge desde la realidad de las personas respecto al tema que será tratado (exploración y reflexión); continúa con la información nueva (teoría); hace foco en que las personas logren tomar esa información y, desde su propia realidad, encuentren alguna manera de minimizar y resolver sus problemas de la vida cotidiana (aplicación) (12). Emplea, además, componentes de la teoría de la pedagogía crítica, la psicología vincular de grupos y la educación constructivista (13).

El educador es un facilitador que permite y guía la construcción en grupo y respeta las formas particulares de aproximación a las prácticas nuevas (12). Incluye, por tanto, elementos mencionados por otros autores como la experiencia práctica, el aprendizaje basado en la experiencia, la duración prolongada de las actividades, la participación y el diálogo (14).

Las fases de las sesiones de educación, tal como las nombra la autora, son apertura y encuadre, revisión de la cotidianidad, información con diálogo para la construcción de lo mejor viable, retroalimentación, planificación del cambio, definición de metas y cierre de la sesión (12). Se requiere de un proceso de documentación sistemático para ir retroalimentando y orientando la intervención. Cada sesión debe evaluarse con el objetivo de contribuir a mejorar el abordaje en la siguiente. Es importante retomar las metas, reconocer los logros y valorar que las personas puedan explicar los mensajes principales que tenía por objetivo la sesión de educación (comprensión), así como su participación colaborativa (12).

Curso NU-2030 Módulo IV: Situación Alimentaria y Nutricional en el Ámbito Institucional II

El curso NU-2030 Módulo IV pertenece al VIII ciclo, IV año, de la carrera de Nutrición de la ENU-UCR. Tiene dos ejes problematizadores: uno relacionado con el área de la nutrición normal y clínica y otro con los procesos de calidad e inocuidad en los Servicios de Alimentación Institucionales (SAI). Tiene como objetivo principal que el estudiante logre integrar y aplicar los conocimientos relacionados con el área de la nutrición normal en población menor de edad, en el contexto institucional local (centros educativos, centros de cuidado), con el fin de aportar al mejoramiento de la situación alimentaria y nutricional en esos espacios (15).

Este artículo hace foco en el eje de la nutrición normal y clínica que el curso aborda, en el que los estudiantes ENu-UCR desarrollan como parte de su proceso de enseñanza-aprendizaje un proyecto completo de intervención nutricional, bajo la tutela del docente supervisor a cargo (15). En especial, se describirá la experiencia del uso del método ENGI en menores de edad que asisten a centros educativos públicos.

Proyectos en alimentación y nutrición para población infantil (PANPI)

Los proyectos en alimentación y nutrición para población infantil (PANPI) implican la planificación y desarrollo de un proyecto en el marco de instituciones que atienden población menor de edad, de acuerdo con los lineamientos del NU-2030; sobre todo, en este artículo, centros educativos públicos con población en edad preescolar y escolar. Los PANPI esperan ofrecer alternativas de solución que respondan a la realidad del entorno, a partir de la identificación de los puntos de mejora, para contribuir a resolver, parcial o totalmente, una necesidad específica en relación con la alimentación y la nutrición de la población menor de edad (16).

Las cuatro etapas en las que se desarrollan los PANPI en el marco del NU-2030 son las siguientes: a) diagnóstico y priorización de problemas alimentarios nutricionales (tres semanas); b) formulación y diseño del proyecto (dos semanas); c) ejecución del proyecto (ocho semanas); y d) evaluación del proyecto (formativa, ocho semanas y sumativa, una semana) (16).

Bajo las premisas ya documentadas, se describe a continuación la aplicación de la ENGI con niños y niñas desde la experiencia del curso NU-2030. Para ello se analizan los PANPI desarrollados por los estudiantes de la ENu-UCR junto al equipo

docente en escuelas públicas de La Unión. Se espera que este escrito sea un punto de partida para contribuir a la planificación de acciones de educación nutricional para la promoción de la salud y la prevención del exceso de peso en la población menor de edad escolarizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque

Se describió la intervención educativa a manera de sistematización de experiencias, en la cual “hay una intencionalidad transformadora, creadora y no pasivamente reproductora de la realidad social que anima a realizarla como parte de un proceso más amplio [...] el proceso de sistematización, como tal, constituye un resultado científico, que lleva a la transformación de quienes lo realizan” (17, p. 1).

Población

Se revisaron nueve informes finales elaborados por 26 estudiantes ENu-UCR en el marco del curso NU-2030, dictado en el segundo semestre del año 2016. Estos incluían el diagnóstico de nueve centros educativos públicos urbanos del Circuito escolar 06 del cantón de La Unión, de la provincia de Cartago, con una población total inscrita para el segundo semestre (año 2016) de 3802 niños y niñas de educación preescolar y escolar, así como la planificación, ejecución y evaluación de 12 PANPI desarrollados entre agosto a noviembre de ese mismo año.

Los nueve centros educativos se seleccionaron a conveniencia por recomendación del equipo de docencia e investigación ENu-UCR que trabajó en el marco de los proyectos ED 2957 y 450-B2-375; con el único objetivo de escoger contextos favorecedores del desarrollo de habilidades y destrezas

propuestas en el NU-2030 para los estudiantes de la ENU-UCR.

Técnicas de recolección

Se emplearon los mismos instrumentos para elaborar el informe final de todos los centros educativos. Para la etapa diagnóstica se empleó el cuestionario adaptado de hábitos alimentarios y de estilos de vida para preescolares y escolares del Proyecto para la Prevención de la Obesidad Infantil, Modelo Póngale Vida® 2016, ENU-UCR. Además, se utilizaron materiales de trabajo del curso NU-2030, a saber, a) el formulario para valoración de comidas ofrecidas en los comedores y sodas/ventas escolares informales, para la fase diagnóstica; b) la guía para priorización de problemas y propuesta de proyectos, para la cual se utilizó como base la metodología diseñada por Delgado (16); c) la bitácora de registro de información para la implementación del proyecto, y d) la guía para la evaluación del proyecto. Estas dos últimas para la fase de implementación y evaluación de los PANPI.

Todos los estudiantes contaban con el sustento del curso NU-2014 Educación Nutricional de la ENU-UCR. Sin embargo, se trabajó de forma muy personalizada en el repaso de planificación y diseño de sesiones educativas, uso de matrices y técnicas educativas, tal como lo plantea deBeausset para la ENGI (12). Profesionales en educación preescolar y escolar apoyaron este proceso a través de sesiones informativas. Además, se contó con la supervisión continua de las docentes de la ENU-UCR durante todo el proceso, cuyas anotaciones fueron registradas en el instrumento para la supervisión del desempeño práctico, que estaba incluido dentro de las rúbricas de evaluación del curso NU-2030.

Análisis

Para lograr la descripción de la experiencia de implementación de la ENGI en los PANPI, se tomaron de los informes finales los siguientes datos: a) de la fase diagnóstica, la prevalencia de exceso de peso y principales problemas alimentarios nutricionales; b) de la fase de implementación, objetivos, número y construcción de las sesiones educativas y su secuencia, número de participantes por sesión, materiales y actividades utilizados como estrategia, barreras y facilitadores; y c) de la fase de evaluación, métodos de evaluación, metas e indicadores, procesos de seguimiento y evaluación de resultados del proceso. Toda la información fue registrada y organizada en matrices en el programa Microsoft Office Excel®; luego se procedió a la descripción y comparación desde las consideraciones de la ENGI indicadas en el artículo de la autora de la metodología, a saber, deBeausset (12).

Consideraciones éticas

Toda la información recolectada se obtuvo con el aval del Director Regional de Educación del Circuito, en acuerdo convenido con la Dirección de la ENU-UCR en la Carta de Entendimiento 2016, y el aval de aprobación entre el curso NU-2030 y los directores de los centros educativos. Los datos que se presentan no señalan los nombres de los centros educativos con los que se trabajó para garantizar la confidencialidad.

Adicionalmente, el presente artículo complementa al titulado “Caracterización de la intervención educativa realizada por estudiantes de nutrición en escuelas públicas del cantón de La Unión para la prevención de la obesidad y la promoción de la salud. PSM. 2020” (18), también de las autoras; dado que el propósito y contenido de este manuscrito se centra en la descripción de la aplicación del

método educativo ENGI en población menor de edad de centros educativos públicos del cantón de La Unión, a diferencia del anterior que hace énfasis en los resultados de las intervenciones como tal.

RESULTADOS

Diagnóstico de la realidad nutricional como punto de partida

Como parte del curso NU-2030, se evaluó un 36,35 % de la población inscrita, correspondiente a 1382 menores de los nueve centros educativos. Solo en dos de ellos, la prevalencia de exceso de peso (18) estuvo por debajo del promedio nacional de 34 %, reportado en el Censo Escolar Peso/Talla (7) (Figura 1).

En todos los diagnósticos se identificaron diferentes factores obesogénicos existentes en el entorno escolar (Tabla 1). En primer lugar, una merienda escolar poco saludable, independiente de si era preparada en casa o comprada dentro del centro educativo o en comercios cercanos. También se determinó un consumo de doble almuerzo mencionado los menores de edad (en Comedor Escolar¹ y luego en casa), así como un número excesivo de tiempos de comida por día. En las meriendas llevadas de casa o comercios cercanos predominaron alimentos de baja calidad nutricional, fuente de azúcares simples y grasa (jugos empacados y galletas rellenas), que se suman a los alimentos que proveen las Sodas Escolares² (presentes en dos centros),

y las Ventas Escolares Informales³ (presentes en siete centros), quienes incumplían el “Reglamento para el funcionamiento y administración del servicio de soda en los centros educativos públicos” (19).

Tabla 1. Principales problemas alimentario-nutricionales identificados en los centros educativos. La Unión, Cartago 2016

Problemas alimentario-nutricionales	N.º de escuelas
Repetición de almuerzo (Comedor Escolar y en casa)	9
Meriendas escolares de baja calidad nutricional*	7
Bajo consumo de frutas y vegetales (menos de una porción)	4
Tamaños de porción no adecuados en el Comedor Escolar (no estandarizados y no adecuados según edad y grupo etario)	4
Poca aceptabilidad del plato servido en el Comedor Escolar† (rechazo de vegetales por baja calidad sensorial)	1
Desbalance de los grupos de alimentos que integran el plato servido en el Comedor Escolar	1

*Solo dos escuelas con Soda Escolar, siete con Ventas Escolares Informales.

† Importante aclarar que estas intervenciones se ejecutaron un año antes del desarrollo e implementación de los nuevos menús escolares MEP.

Fuente: Flores-Castro et al. (34).

Los hallazgos en el Comedor Escolar señalan, entre otros, inexistencia de porciones estandarizadas, tamaño de porción grande para la edad, composición nutricional inadecuada del plato servido y poca aceptabilidad de vegetales tanto crudos como cocidos. Es importante resaltar la ausencia de profesionales en nutrición *in situ* en centros educativos que atienden población menor de edad cautiva y además la alimentan, porque ofrecen al menos una comida principal diaria.

1 Programa estatal de servicio de comidas calientes en los centros educativos pertenecientes al sistema escolar público costarricense. Dependencia del Ministerio de Educación Pública, nombrado como Programa de Alimentación y Nutrición del Escolar y del Adolescente (PANEA). Alimentación gratuita ofertada por el estado costarricense.

2 Establecimientos que expenden alimentos a la comunidad educativa dentro de las escuelas.

3 Ventas de alimentos llevadas a cabo por la Junta de Educación de la institución, de manera esporádica y dentro del centro educativo.

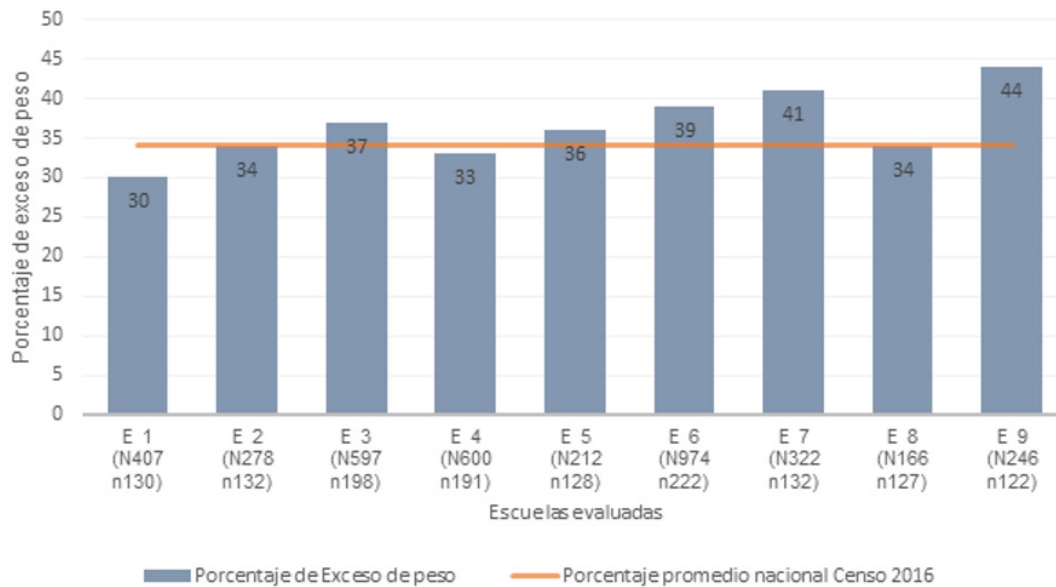


Figura 1. Prevalencia de exceso de peso (sobrepeso más obesidad) en la población preescolar y escolar evaluada. La Unión, Cartago 2016. (N 3802 n 1382).

Fuente: Flores-Castro et al. (34).

Proyectos desarrollados en alimentación y nutrición para población infantil

Se implementó y evaluó un total de 12 PANPI. Siete se enfocaron en mejorar el valor nutricional de las meriendas consumidas en la escuela (Tabla 2) y cinco, en la estrategia de promoción del consumo del plato servido en el Comedor Escolar y en los tamaños de porción (Tabla 3). Aunque existió un proceso de negociación con los centros educativos con el fin de procurar presupuesto para la elaboración de materiales educativos, ya fuera en efectivo o en especie, estos fueron costeados por los estudiantes ENU-UCR, debido a la limitación presupuestaria de estos espacios.

Se desarrolló un total de 55 sesiones educativas: 12 con docentes, cinco con las colaboradoras del Comedor Escolar y personal administrativo, tres

con la familia o cuidadores y 35 con personas menores de edad (preescolares y escolares).

Condiciones necesarias para aplicar la Educación Nutricional Grupal Interactiva en personas menores de edad

Se seleccionó un único problema de trabajo en cada PANPI, con el propósito, tal como señala la teoría ENGI, de no contribuir con el exceso de información que recibe la audiencia, sino motivar al cambio. La cantidad de sesiones por PANPI fue variable, y respondió básicamente a su naturaleza: objetivos, metas y posibilidad del centro educativo de ofrecer espacios para educación nutricional. Así mismo, el diagnóstico realizado permitió un punto de partida homogéneo y la contextualización de los mensajes, con dos o tres mensajes posicionados en cada sesión y orientados al cambio de comportamiento (acción).

Educación nutricional grupal interactiva aplicada a proyectos en población infantil en Costa Rica

Tabla 2. Proyectos de intervención nutricional relacionados con la merienda en el ambiente escolar. Curso NU-2030, La Unión, Cartago, agosto a noviembre 2016

N.º Proyecto	Nombre del proyecto	Población meta
1	Disminución del consumo de alimentos y bebidas con elevado contenido de azúcar en las meriendas escolares de 1.º y 2.º grado	94 niños y niñas 17 docentes
2	Mejora de la composición nutricional de las meriendas de niños y niñas de 4.º grado	60 niños y niñas 3 docentes
3	Diseño de una "Guía de meriendas infantiles" dirigida a los(as) docentes	46 niños y niñas 15 docentes 4 administrativos
4	Mejora de la composición nutricional de las Ventas Escolares Informales para meriendas	57 niños y niñas 10 docentes
5	Promoción de meriendas saludables en escolares, a través de una guía didáctica dirigida a padres de familia o encargados	43 niños y niñas 6 padres
6	Disminución del consumo de productos elevados en grasa y azúcar en la merienda de niños y niñas de 5.º grado y mejora de la calidad nutricional de las Ventas Escolares Informales	51 niños y niñas 2 docentes
7	Disminución del consumo de productos elevados en grasa y azúcar en la merienda de niños y niñas de 3.º grado y mejora de la calidad nutricional de las Ventas Escolares Informales	49 niños y niñas 2 docentes

Tabla 3. Proyectos de intervención nutricional relacionados con el almuerzo gratuito servido en el Comedor Escolar. Curso NU-2030, La Unión, Cartago, agosto a noviembre, 2016

N.º Proyecto	Nombre del proyecto	Población meta
1	Ajuste del tamaño de las porciones servidas en el Comedor Escolar a la población de preescolar, 2.º y 3.º grado	345 niños y niñas 4 colaboradoras *CE
2	Promoción del consumo del plato servido en el Comedor Escolar con población de transición (preescolar)	68 niños y niñas 15 docentes 3 colaboradoras *CE
3	Promoción del consumo del plato servido en el Comedor Escolar con niños y niñas de 4.º grado	90 niños y niñas 1 docente 3 colaboradoras *CE
4	Aumento en el consumo de vegetales en el plato servido del comedor para población preescolar y 1.º grado	58 niños y niñas 3 docentes 2 colaboradoras *CE
5	Mejora del consumo de vegetales en el plato de almuerzo servido en el Comedor Escolar con población de transición (preescolar)	44 niños y niñas 2 docentes 1 madre de familia

*Comedor Escolar

Todas las sesiones se trabajaron con grupos de 20 personas o menos y se buscaron las condiciones ambientales más propicias dentro del entorno escolar.

Las sesiones con los niños y niñas fueron secuenciadas, suficientes en número para trabajar con el problema y en balance con los recursos (tiempo, recursos económicos, permisos de los

centros educativos). Cuando fue posible, lo anterior se aplicó para el trabajo con adultos (sesiones secuenciadas).

Todas las sesiones fueron previamente planificadas y se plasmaron en matrices educativas siguiendo lo indicado por deBeausset (12) para la ENGI. Tal como se señala en los principios de este método, los PANPI emplearon estrategias educativas muy variadas, siempre bajo el enfoque de aprender desde las propias experiencias y aprender haciendo. Con niños y niñas se empleó el juego como estrategia principal, mientras que, en las sesiones con adultos, se desarrollaron técnicas tales como demostraciones y degustaciones, construcciones de menú y casos de estudio, entre otras. Las experiencias, principalmente sensoriales y motrices empleadas en las sesiones, permitieron a la audiencia un rol activo en el proceso.

La audiencia en la Educación Nutricional Grupal Interactiva

Dada la naturaleza del curso NU-2030, la educación nutricional estaba dirigida en especial a niños y niñas. Sin embargo, en el trabajo con menores de edad, los adultos también se incluyen en el proceso. Por tanto, la audiencia con la que se trabajó incluyó a la persona menor de edad escolarizada (preescolares y escolares), desde los 6 hasta los 12 años de edad, así como a los actores (personas adultas) del ambiente escolar.

Con los PANPI se logró una cobertura del 26,4 % de la población menor de edad: 1004 estudiantes (291 estudiantes de preescolar, 458 de 1.º ciclo y 255 de 2.º ciclo). Además, se abordó a 70 docentes, en al menos una sesión de sensibilización sobre alimentación en menores de edad y la problemática del país en cuanto al exceso de

peso en niñez, así como a 12 colaboradoras de los Comedores Escolares y a cuatro administrativos de los centros educativos. Aunque se contó con el apoyo de la Dirección de las escuelas y se intentaron diferentes estrategias, la convocatoria a familias y cuidadores no tuvo éxito. Las docentes mostraron su preocupación dado que perciben desvinculación respecto al proceso de desarrollo de sus hijos e hijas.

El enfoque de la Educación Nutricional Grupal Interactiva

Las primeras sesiones de trabajo en los 12 PANPI, tanto con adultos como con menores de edad, se orientaron hacia la sensibilización como primer paso a la motivación para que la audiencia pudiera apropiarse de la importancia de trabajar sobre el problema evidenciado en el proceso diagnóstico. En las siguientes sesiones se trabajó sobre el saber hacer y el querer hacer, para lo cual se diseñaron actividades y materiales ajustados a cada población, de modo que la audiencia pudiera traducir los mensajes en acciones prácticas y se favoreciera la autoeficacia, a pesar de la limitación del tiempo (cuatro sesiones por grupo).

Según la teoría, la participación colaborativa incluye a las personas adultas responsables de las acciones sobre la niñez. Sin embargo, solo en cinco informes finales se indicó como positivo el interés por parte de la Dirección de las escuelas en las actividades desarrolladas. Esta participación se reflejó en dos PANPI con énfasis en la promoción y aumento en el consumo de vegetales en el plato servido del Comedor Escolar, en los que, además de cumplir con las metas referidas al conocimiento, esto es, identificar los vegetales como grupo de alimentos y reconocer sus funciones, los menores de edad realizaron una acción de cambio: aumentaron su consumo

de ensalada en el plato de almuerzo servido en el Comedor Escolar. Alcanzar un cambio en el hacer se posibilitó porque, además de las sesiones educativas, se realizó una negociación y se capacitó a la Dirección del centro educativo junto con las colaboradoras del Comedor Escolar para que se sirviera una porción adecuada de vegetales todos los días.

Este trabajo simbiótico no se logró con las familias y cuidadores, como actores centrales en el cuidado del menor de edad. Se intentaron métodos directos, como las sesiones presenciales, e indirectos, como el envío de materiales educativos a los hogares, pero la participación no fue posible. Con respecto a los docentes —otro actor en el entorno de la niñez del que se debería lograr la participación colaborativa—, se destaca como barrera en los informes finales analizados un exceso de funciones, razón por la cual indican no involucrarse de forma activa en el desarrollo de las actividades que los estudiantes ENu-UCR programaron.

Secuencia de las sesiones en la Educación Nutricional Grupal Interactiva

En todos los PANPI se propusieron metas semanales referentes a la mejora en los conocimientos y cambios en los hábitos y prácticas alimentarias, las cuales se retomaban al inicio de la siguiente sesión para dar continuidad al tema y, sobre todo, acompañamiento al proceso de cada uno de los participantes. El establecimiento de metas es una de las fases de la sesión educativa que se efectúa bajo la metodología ENGI, que facilita la puesta en práctica o la traducción a la acción del proceso de construcción que se realiza durante toda la sesión educativa.

De manera general, cerca del 50 % de los actores involucrados en el proceso educativo logró

el cumplimiento de estas metas. Así mismo, los informes finales señalan una medición del cumplimiento mediante la comparación del número de unidades logradas contra el número de unidades programadas, lo que permitió mantener a lo largo de la etapa de intervención un proceso de evaluación formativa, que favoreció, tal como señala la teoría de la ENGI, la posibilidad de realizar ajustes metodológicos para las sesiones y actividades subsecuentes, para favorecer no solo la continuidad o secuencia, sino también lo más importante: hacerlas más asertivas.

En todos los PANPI, en cada una de las 55 sesiones educativas realizadas, el resultado de esta evaluación fue positivo y se alcanzó la meta educativa propuesta para la sesión.

Fases de las sesiones en la Educación Nutricional Grupal Interactiva

Todas las 55 sesiones efectuadas siguieron los principios de la ENGI con respecto a las fases y al diseño de materiales y actividades para favorecer el cumplimiento de los objetivos educativos.

Aspectos logísticos de las sesiones en la Educación Nutricional Grupal Interactiva

La división del tiempo propuesta en la teoría de la ENGI para cada una de las etapas de la sesión educativa se siguió al pie de la letra para personas adultas y niños y niñas de segundo ciclo. Sin embargo, por la edad de la audiencia y atendiendo a los principios de los tiempos de atención, sobre todo de preescolares, y a las particularidades de duración de las “lecciones” en los centros educativos, se realizaron ajustes para acortar la duración de la sesión. De tal manera que, para preescolar y primer ciclo de primaria, la duración total por sesión fue de 40 minutos y se realizaron ajustes proporcionales en los tiempos de cada una de las fases.

En cuanto a los materiales, los estudiantes ENu-UCR diseñaron materiales educativos específicos adaptados al contexto y de muy diversa naturaleza, desde bolitas de grasa o bolsitas de azúcar para realizar interpretación de etiquetas nutricionales hasta las hojas para pintar, los rompecabezas para armar, entre otros.

En relación con la evaluación, todos los PANPI lograron incluir apropiadamente los puntos señalados por la ENGI como necesarios para el proceso de evaluación al finalizar cada sesión. A esta acción se sumó también la retroalimentación que el estudiante ENu-UCR recibió del docente supervisor. Cada PANPI contó con una bitácora que permitió la sistematización de la evaluación, así como el seguimiento de los cambios propuestos para ajustar el proceso, tal como lo señala la teoría de la ENGI.

Resultados obtenidos por los proyectos con la aplicación de la Educación Nutricional Grupal Interactiva

La evaluación sumativa señalada en la teoría de la ENGI permitió valorar el cumplimiento del objetivo general de los PANPI, y tuvo resultado positivo para quienes se enfocaron en la mejora de la calidad nutricional de las meriendas, sobre todo en lo relacionado con la mejora y nuevos conocimientos afines a la temática. Sin embargo, en cuatro de los siete PANPI no se logró cambio en las prácticas (Tabla 4). En los cuatro PANPI relacionados con el almuerzo servido en el Comedor Escolar, aunque hubo modificación en las prácticas, se desconoce si será sostenible en el tiempo ante la falta de supervisión del personal (Tabla 5).

Las estrategias para llevar a cabo el proceso de evaluación sumativa fueron propuestas por los estudiantes ENu-UCR bajo los principios de la

ENGI y de acuerdo con la naturaleza de cada proyecto (Tablas 4 y 5). Los PANPI evaluaron tanto la mejora y el nuevo conocimiento como el cambio en las prácticas. Con niños y niñas de edad preescolar, 1.º y 2.º grado (primer ciclo), se trabajó con imágenes y guías de observación. Con los menores de mayor edad (segundo ciclo), se emplearon distintos cuestionarios y guías de observación. Todas las actividades de evaluación en las que participaron niños y niñas se realizaron siempre en el marco de la estrategia del juego.

Las barreras y los facilitadores fueron documentados en la bitácora de cada PANPI, por ejemplo, en el proyecto 4 (Tabla 2), enfocado en mejorar la calidad nutricional de las Ventas Escolares Informales. A pesar de la capacitación, no se logró que la Junta de Educación incluyera alimentos o preparaciones saludables para ser consumidos en el tiempo de la merienda; familias o cuidadores no se involucraron. Al respecto, aunque la Dirección del centro educativo identifica la problemática (incumplimiento de la normativa vigente), no se decide a tomar acciones correctivas. Además, se esperaba el envío, por parte de los docentes, de materiales preparados por los estudiantes ENu-UCR a 150 familias para motivar un cambio en las Ventas Escolares Informales, pero solo fueron enviados a 24 familias, por lo que la mayoría de los hogares no recibió la información.

Por el contrario, en otro centro educativo, además de la disposición por parte de la Dirección, fue posible la obtención de algunos recursos para el desarrollo del proyecto y en la evaluación se observó que más del 80 % de niños y niñas que participaron tuvieron buena aceptabilidad del plato servido. Se probó servir en platos con divisiones para reducir el desperdicio y mejorar consumo de vegetales.

Educación nutricional grupal interactiva aplicada a proyectos en población infantil en Costa Rica

Tabla 4. Resultados de la evaluación sumativa de los proyectos de intervención nutricional, relacionados con la merienda en el ambiente escolar. Curso NU-2030, La Unión, Cartago, agosto a noviembre 2016

N.º Proyecto	Resultados obtenidos	Método de evaluación
1	88 % reconoció bebidas según contenido de azúcar 96 % reconoció alimentos según contenido de azúcar Disminuyó 17 % el consumo de jugos empaquetados Disminuyó 27 % el consumo de galletas dulces con relleno	*C: Instrumento con imágenes, clasificación de alimentos reales †P: Pre y posttest: revisión de meriendas y conteo de alimentos
2	51 % identifica beneficios de meriendas saludables 95 % identificó productos altos en grasa y azúcar 25 % trajo meriendas saludables	*C: Cuestionario †P: Pre y posttest: revisión de meriendas y conteo alimentos
3	65 % de los menores trajo merienda saludable Ningún docente participó de las sesiones con menores 5/15 docentes utilizaron la guía en sus clases Ningún docente realizó sesión educativa por su cuenta	*C: Trabajo con dibujos, cuestionario, casos estudio †P: Calendario semanal meriendas, instrumento docentes
4	90 % reconoce la importancia de meriendas saludables Ni docentes ni padres de familia incluyeron/ofrecieron alimentos saludables en las Ventas Escolares Informales Los niños continuaron su compra habitual en las ventas	58 niños y niñas 3 docentes 2 colaboradoras *CE
5	100 % de las madres se comprometió a incluir un alimento saludable dos días/semana 70 % de los menores incluyó un alimento saludable tres días/semana	*C: Pizarra †P: Observación y conteo alimentos
6	90 % de los menores reconoció alimentos altos en grasa y azúcar El Comité de Nutrición identificó más de cinco productos no saludables Entre 25 y 35 % de familia/cuidadores firmó materiales No hubo cambios en las meriendas	*C: Casos estudio, Meriendópolis †P: Metas control con calendario
7	90 % de los menores reconoció alimentos altos en grasa, azúcar El Comité de Nutrición identificó más de cinco productos no saludables Menos del 50 % de familia y cuidadores firmó el material No hubo cambios en las meriendas	*C: Semáforo, Trivia †P: Metas

* Conocimientos

† Prácticas

Además, los docentes consideraron que existió una mejoría en la presentación del plato que influyó en el consumo de los alimentos por parte de los menores de edad. Se consideró como facilitador el hecho de que los docentes retomaran en sus lecciones los temas trabajados en las sesiones de educación nutricional.

Se considera que, con los adultos, el empleo del método ENGI fue positivo, más que todo con las colaboradoras de los Comedores Escolares, quienes lograron incluso realizar cambios en sus

prácticas mientras permanecieron bajo la supervisión y seguimiento de docentes y estudiantes ENu-UCR.

DISCUSIÓN

Diagnóstico de la realidad nutricional como punto de partida

La etapa diagnóstica de los PANPI mostró una prevalencia de exceso de peso en niños y niñas mayor al 34 % reportado en el Censo Escolar Peso/Talla, como promedio nacional (1).

Importante señalar que no hay datos nacionales actualizados para la etapa de preescolar, lo cual enciende las alarmas sobre el estado nutricional de niños y niñas menores de 6 años. En cuanto al entorno escolar, los factores obesogénicos identificados responden a la situación costarricense ampliamente documentada por Calvo et al. (3), lo cual señala el trabajo pendiente a nivel nacional.

La oferta de alimentos dentro de instituciones educativas y de cuidado de la población menor de edad debe realizarse en el marco de altos estándares de calidad. El Comedor Escolar debe por tanto favorecer la adquisición de hábitos saludables, para contribuir a la promoción de la

salud (20). Si bien en Costa Rica con el desarrollo de los nuevos menús para todo el sistema educativo estatal se dio un gran paso, que sucedió dos años después de que se desarrollaron estos proyectos, en 2018, el que no exista capacitación permanente y supervisión de las colaboradoras del Comedor Escolar ni de las Sodas Escolares o Ventas Escolares Informales, tal como se señala en los PANPI, hace difícil alcanzar cambios reales y duraderos. Los menús escolares podrían, deberían, ser un medio para establecer estructuras y pautas alimentarias saludables; además de contribuir a cambiar comportamientos alimentarios no saludables y a sentar las bases sobre la importancia de una alimentación adecuada.

Tabla 5. Resultados de la evaluación sumativa de los proyectos de intervención nutricional, relacionados con el almuerzo gratuito servido en el Comedor Escolar. Curso NU-2030, Circuito escolar 06, La Unión, Cartago, agosto a noviembre 2016

N.º Proyecto	Resultados obtenidos	Método de evaluación
1	Más del 80 % de menores lo aceptaron con divisiones Se mejoró la aceptabilidad del plato servido No se implementó el tamaño de porción en el Comedor Escolar	†P: Instrumento de aceptabilidad, evaluación tipo Likert tamaño de porción
2	72 % de los menores armó plato completo 90 % reconoce la importancia de los componentes del plato 100 % de los docentes y del personal SAI reconoce la importancia de los componentes del plato Aumentó en un 20 % el consumo de fruta en plato servido En plato servido se colocan todos los componentes	C: Cuestionario, sombrillas/estaciones †P: Observación, hojas de control competencia entre grupos, herramienta de evaluación para plato servido y consumido
3	100 % de los menores reconoce cantidad/día y tamaño de porción para frutas y vegetales 90 % reconoce la importancia de los componentes del plato En el plato servido se colocan todos los componentes	*C: Cuestionario †P: Observación
4	100 % de los menores identifica vegetales del plato en el Comedor 80 % de los menores identifica las funciones de los vegetales En el plato servido se coloca la porción de vegetales 50 % de los menores pide vegetales en el Comedor	*C: Cuestionario con imágenes, †P: Pre-Post: Observación y conteo plato servido, metas: compromiso con tarjetas
5	100 % de los menores identifica los vegetales presentados 80 % de los menores pide ensalada en el Comedor	*C: Trabajo con figuras en la pared, día de compras †P: Pre y post: Observación y conteo, metas: familias y menores

* Conocimientos

† Prácticas

Proyectos en alimentación y nutrición para población infantil

La mayoría de las intervenciones escolares para la prevención de la obesidad infantil apuntan hacia objetivos similares a los planteados en los PANPI que se desarrollaron en el marco del curso NU-2030. Se enfocan, básicamente, en mejorar la calidad nutricional de los alimentos que se ofrecen a los menores de edad en el entorno escolar, a saber, reducción de disponibilidad y consumo de alimentos altos en grasa y azúcar, promoción del consumo de frutas y vegetales, de agua y del plato balanceado del Comedor Escolar; en trabajo conjunto con las personas adultas a cargo de niños y niñas (21). Estos objetivos se vinculan con dos de los ejes que marcan las acciones relacionadas con la promoción de la salud: a) el fortalecimiento de la participación social y b) la construcción de entornos saludables como puntos fundamentales para la promoción de estilos de vida saludables (22).

El enfoque de la Educación Nutricional Grupal Interactiva

En relación con la etapa de intervención, al analizar la aplicación de la ENGI con población menor de edad, se considera que las sesiones educativas desarrolladas por estudiantes ENu-UCR se caracterizaron por combinar estrategias educativas, que tenían como meta final la adopción de elecciones y conductas alimentarias que condujeran a mejorar el estado de salud (14). En el caso de niños y niñas, el empleo del juego y actividades recreativas en las sesiones estimuló la construcción de su propio conocimiento a través de experiencias (23), uno de los puntos de partida del método educativo ENGI (12), que además aseguró la motivación y participación en todo lo planificado. Aunado a la implementación de juegos, la variedad de actividades, en cumplimiento de los principios de la ENG,

fue un elemento que permitió captar la atención y mantener el ritmo durante las sesiones (24). Además, se procuró, tal como lo señala la literatura, que las actividades integraran el sentir, el pensar y el hacer (25) para relacionar a niños, niñas y personas adultas con el medio y ajustarse a sus necesidades e intereses (26).

El diseño de materiales educativos adaptados a la audiencia fue otro de los puntos cumplidos. Se considera que permitió la interactividad y tuvo como punto de partida la identificación de un problema (27), lo cual influye de manera significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por todos los procesos cognitivos que se estimulan.

Respecto al trabajo en las sesiones con las personas adultas del entorno escolar, se considera que los resultados también fueron positivos. Las actividades se orientaron a trabajos grupales, reflexiones, dinámicas (juegos) y supervisión capacitante, que propiciaron el aprendizaje, actitudes y valores tales como iniciativa, disciplina y creatividad, con el empleo también de materiales propios, que posibilitaron el logro de los objetivos de aprendizaje en temas de alimentación saludable (28), bajo los lineamientos de la ENGI. Sin embargo, no se logró buena convocatoria para participar de las sesiones (número de personas).

Aparco et al. (29) reconocen como indispensable la participación comunitaria de actores del entorno escolar (docentes, personal del Comedor Escolar, personal administrativo y Dirección, familias y cuidadores) para favorecer el éxito de las intervenciones. La experiencia de los PANPI señala una gran deficiencia en este sentido, aún sin respuesta para subsanar por completo. El mínimo apoyo o reconocimiento por parte de las direcciones, el recargo en las funciones docentes, la falta de tiempo para capacitación de las colaboradoras del Comedor Escolar, la ausencia de las familias y

cuidadores fueron los factores identificados como barreras para un trabajo más en conjunto. En cuanto a docentes, preocupa la poca participación e involucramiento identificado, dado su rol como formadores de hábitos, para incentivar y movilizar a sus estudiantes a la adopción de hábitos saludables (30).

La planificación de las sesiones educativas para niños y niñas con las fases señaladas en la ENGI, pero con actividades de corta duración y adecuadas a las edades, se ajusta a lo referido en la literatura, que resalta un tiempo de trabajo que no exceda los 30 a 40 minutos para consolidar un aprendizaje en preescolares, puesto que tienden a perder la concentración y no se sienten motivados para continuar con la actividad (26).

La evaluación formativa y sumativa de los PANPI señala una mejora en los conocimientos relacionados con la alimentación saludable, lo que significa junto con los cambios de comportamiento observados, aunque no en todos los PANPI, un paso para mejorar la autoeficacia, que es el objetivo de la ENGI. A pesar de que ocho semanas de intervención se podrían considerar poco tiempo, la literatura menciona que las intervenciones educativas cortas mejoran el conocimiento y el consumo de alimentos saludables (31).

El cambio en conocimientos y prácticas alimentarias que se logró con la aplicación del método de la ENGI en niños y niñas se alcanzó mientras que docentes y estudiantes ENU-UCR se encontraban en los centros educativos. Pero la ausencia de profesionales en nutrición para procesos de educación, capacitación y evaluación hace que aunque exista, por ejemplo, un “Reglamento para el funcionamiento y administración del servicio de soda en los centros educativos públicos” (19), haya incumplimiento y se promuevan incluso las ventas informales, con la aprobación de la

Dirección, lo que no permite regular la oferta de alimentos procesados, densamente energéticos y poco nutritivos, y contradice el trabajo de resolución del problema que los niños han realizado como proceso mediante la ENGI.

Situación parecida acontece para los cambios de comportamiento alimentario en niños, niñas y población adulta en aquellos PANPI cuyo objetivo estaba relacionado con el plato servido en el Comedor Escolar; solo se sostienen mientras haya supervisión de las colaboradoras del Comedor Escolar por parte de docentes y estudiantes ENU-UCR. Tal como lo señalan Arias- Rivera et al. (32), la supervisión constante, rigurosa, y motivadora es un factor crítico en la implementación exitosa de intervenciones. Por tanto, resulta indispensable la orientación y acompañamiento desde el campo profesional de la nutrición a los actores del entorno escolar ya mencionados, en busca de herramientas de enseñanza-aprendizaje, incluyendo el trabajo desde la ENGI, y de hábitos saludables que se valoren como instrumentos para protección y cuidado de la salud (33).

Por último, se ha señalado, desde años atrás, que la educación nutricional por sí sola, sea que se utilice el método ENGI o cualquier otro, no puede generar un cambio que se traduzca a la práctica, dado que, si bien enlaza el aprendizaje en aula con actividades prácticas, se necesita, claramente, un entorno escolar favorecedor de la buena alimentación y de la salud; acompañado de la participación de todos los actores de la comunidad educativa, lo que implica cambios en Comedor Escolar, Ventas Escolares Informales y Sodas Escolares (34).

Preocupa mucho no tener respuesta a cómo involucrar a las familias, dada su influencia sobre las preferencias alimentarias, debido a los patrones compartidos en el entorno familiar y, desafor-

tunadamente, a la fecha no existen estrategias exitosas documentadas (31).

En conclusión, el empleo del método educativo ENGI en los PANPI diseñados e implementados por estudiantes ENu-UCR, para la promoción de la salud y la prevención del exceso de peso en población menor de edad, mostró resultados bastante positivos al lograr una participación activa de la niñez y motivar al cambio en sus prácticas alimentarias. La planificación de las sesiones educativas, el uso del juego como eje de trabajo, la variedad de actividades adaptadas por edad, los tiempos medidos y adaptados en las diferentes fases de la sesión, el diseño propio de material didáctico, la elaboración y seguimiento de metas, así como la evaluación formativa y sumativa del proceso permitieron la aplicación del método ENGI de una manera que se consideró suficientemente apropiada.

A pesar del tiempo corto de intervención, hubo cambios en las prácticas de la población meta, mejora de autoeficacia según la propuesta de la ENGI, en siete de los doce proyectos. Sin embargo, si bien se consideró una experiencia exitosa del empleo del método ENGI en personas menores de edad, preocupa la sostenibilidad de los cambios en los centros educativos, debido a la falta de recurso profesional capacitado que brinde acompañamiento y supervisión (profesionales en nutrición).

Llama la atención que, tanto las Direcciones como los docentes, aunque siempre hay excepciones,

muestren falta de apoyo y reconocimiento, a pesar de una buena experiencia con la ENGI, visible para los actores del entorno escolar. Además, el recargo en las funciones docentes es otra de las barreras para un mayor involucramiento en el proceso de educación nutricional, independiente del método utilizado, así como la falta de tiempo para capacitación de las colaboradoras del Comedor Escolar. Finalmente, la imposibilidad de convocatoria y participación de las familias se constituye en otra barrera que tampoco está vinculada al método educativo que sea empleado.

Este artículo es solo un acercamiento a la experiencia de aplicación de la ENGI en niñez para promoción de estilos de vida saludable, se visualiza mucho trabajo pendiente para perfilar el uso del modelo en menores de edad, pero pareciera que los resultados son alentadores.

CONFLICTO DE INTERESES

Las autoras declaran no tener conflicto de interés en relación con este artículo.

FINANCIACIÓN

No se contó con financiamiento para su ejecución.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del curso NU-2030 del segundo semestre del año 2016 y a las instituciones educativas, así como a las comunidades que contribuyeron a la formación profesional de los estudiantes ENu-UCR.

Referencias

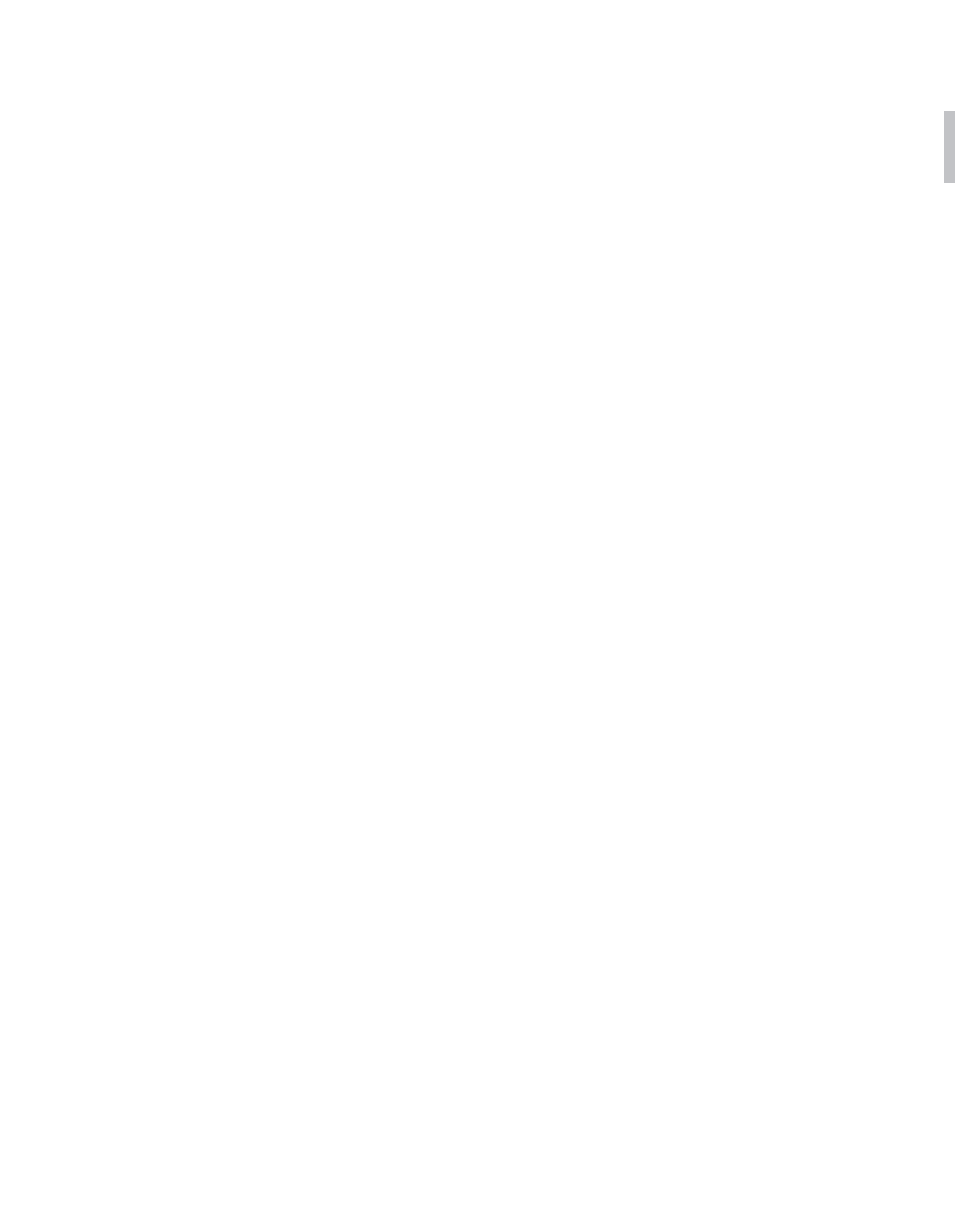
1. Ministerio de Salud y Ministerio de Educación Pública. Informe ejecutivo: Censo Escolar Peso/Talla Costa Rica, 2016. San José, CR: MEP y MS; 2017, 12 pp. Disponible en: <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf>

2. Mancipe JA, García SS, Correa JE, Meneses-Echávez JF, González-Jiménez E y Schmidt-Rio Valle J. Efectividad de las intervenciones educativas realizadas en América Latina para la prevención del sobrepeso y obesidad infantil en niños escolares de 6 a 17 años: una revisión sistemática. *Nutr Hosp*. 2015; 31(1):102-14. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8146>
3. Calvo K, Fernández X, Flores O, González R, Madriz D, Martínez A, Villalobos N y Villalobos N. Factores obesogénicos en el entorno escolar público costarricense durante 2015-2016. *PSM*. 2019 17(1):225-257. <https://dx.doi.org/10.15517/psm.v17i1.37858>
4. Raush C y Kovalskys I. Obesidad Infantil. Una revisión de las intervenciones preventivas en escuelas. *Rev Mex de Trastor Aliment*. 2015; 6(2):143-151. <https://doi.org/10.1016/j.rmta.2015.10.006>
5. Díez, H. Guía para la promoción de hábitos saludables y prevención de la obesidad infantil dirigida a las familias. España: CEAPA; 2012, 114 pp. Disponible en: http://www.amece.es/images/habitos_saludables.pdf
6. Vilaplana M. Educación nutricional en el niño y adolescente. *Objetivos clave*. *Offarm*. 2011; 30(3): 43-50. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-X0212047X11205090>
7. Reyes H, González A, Jiménez A y Uribe R. Efecto de una intervención basada en guarderías para reducir conductas de riesgo de obesidad en niños preescolares. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2016; 73(2): 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.bmhmx.2015.11.010>
8. Aranceta J, Pérez C, Dalmau J, Gil A, Lama R, Martín M, Martínez V, Pavón P y Suárez, L. (2008). El comedor escolar: Situación actual y guía de recomendaciones. *An Pediatr*. 2008, 69(1): 72-88. <https://doi.org/10.1157/13124224>
9. Morán L y Rivera A. Alimentación en comedores escolares. *Nutr Clin Med*. 2015; 9(3): 204-218. <https://doi.org/10.7400/NCM.2015.09.3.5031>
10. Martínez, A. Métodos y estrategias pedagógicas utilizados a nivel internacional en la educación nutricional del niño y adolescente con obesidad [tesis de maestría]. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia; 2015. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55845/anamercedesmartinezjaimes.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Contento, I. Nutrition education: linking research, theory, and practice. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008;17(1):176-79.
12. deBeausset, I. Educación nutricional grupal interactiva: logrando cambios duraderos en el estilo de vida. *PSM*. 2017,15(2). <https://doi.org/10.15517/psm.v15i2.30515>
13. deBeausset, I. Capacitación para enseñar mediante el uso de un modelo creado a base de la pedagogía crítica y la psicología vincular: Evaluación de una experiencia con personal de salud [tesis doctoral]. San José, Universidad Estatal a Distancia; 2006.
14. Al-Ali N. y Arriaga A.A. Los elementos de efectividad de los programas de educación nutricional infantil: la educación nutricional culinaria y sus beneficios. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2016,20(1):61-8. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.20.1.181>
15. Escuela de Nutrición. Programa Académico del Curso NU-2030 Módulo IV, Situación Alimentaria y Nutricional en el Ámbito Institucional II. San José, CR: Universidad de Costa Rica; 2016, 8 pp.
16. Delgado, E. Elaboración de proyectos en centros infantiles. San José: EUNED; 2006, 102 pp.
17. Expósito D y González J. Sistematización de experiencias como método de investigación. *Gaceta Médica Espirituana*. 2017,19(2). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/gme/v19n2/GME03217.pdf>
18. Flores-Castro O y González-Urrutia R. Caracterización de la intervención educativa realizada por estudiantes de nutrición en escuelas públicas del cantón de La Unión para la prevención de la obesidad y la promoción de la salud. *PSM*. 2020; 18(1): 1-28. <http://dx.doi.org/10.15517/psm.v18i1.40765>

Educación nutricional grupal interactiva aplicada a proyectos en población infantil en Costa Rica

19. Gobierno de Costa Rica. Reglamento para el funcionamiento y administración del servicio de soda en los centros educativos públicos. N.º 36910-MEP-S. 2013. Disponible en: <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/reglamento-vigente-2013.pdf>
20. Gutiérrez C y Fagúndez M. Comedor escolar vs comer en casa. Cuadernos de Pedagogía. 2019;497:21-7.
21. De la fuente C. y Cervera A. Revisión integradora sobre intervenciones escolares para la prevención primaria de la obesidad infantil. RECIEN. 2018,18:19-35. Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/177249/60247.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Mejía G. Promoción de la Salud. Guía para el trabajo intersectorial con líderes y grupos organizados de la comunidad. San José, CR: EUNED; 2016, 496 pp.
23. Chacón P. El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo crearlo en el aula? Nueva Aula Abierta. 2008,(16):32-40. Disponible en: <http://www.e-historia.cl/cursosudla/13-EDU413/lecturas/06%20-%20El%20Juego%20Didactico%20Como%20Estrategia%20de%20Ense%C3%B1anza%20y%20Aprendizaje.pdf>
24. Melo, M., y Hernández, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. Innovación educativa.2014; 14(66): 41-63. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n66/v14n66a4.pdf>
25. Espinoza D, Fallas L, López C y Madrigal V. Guía pedagógica para niños y niñas desde el nacimiento hasta los 4 años. San José, CR : Ministerio de Educación Pública; 2018, 105 pp. Disponible en: <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/guia-pedagogica.pdf>
26. Calderón M, Marín S y Vargas N. La lúdica como estrategia para favorecer el proceso de aprendizaje en niños de edad preescolar de la institución educativa Nusefa de Ibagué [tesis pregrado]. Ibagué, Tolima, Universidad de Tolima; 2014. Disponible en: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1409/1/RIUT-JCDA-spa-2015-La%20I%C3%BAdica%20como%20estrategia%20para%20favorecer%20el%20proceso%20de%20aprendizaje%20en%20ni%C3%B1os%20de%20edad%20preescolar%20de%20la%20I.E.%20Nusefa%20de%20Ibagu%C3%A9.pdf>
27. Morón A. Material interactivo para mejorar el aprendizaje de los niños de preescolar. En: XX Encuentro Internacional Virtual Educa Argentina 2018; 2018. Disponible en: <https://repositorial.cuaieed.unam.mx:8443/xmlui/bitstream/handle/20.500.12579/5370/VEAR18.0588.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Perfiles nutricionales por países- Costa Rica. Costa Rica: FAO; 1999, 30 pp. Disponible en: <https://www.fao.org/docrep/017/aq018s/aq018s.pdf>
29. Aparco, J., Bautista, W. y Pillaca, J. Evaluación del impacto de la intervención educativa-motivacional “como jugando” para prevenir la obesidad en escolares del Cercado de Lima: resultados al primer año. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2017, 34(3):386-94. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.343.2472>
30. Moya J. Nutritional coaching and motivation for change of eating behavior. Rev Chil Nutr. 2019;46(1):73-80. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182019000100073>
31. Vio F, Salinas J, Montenegro E, González G y Lera L. Efecto de una intervención educativa en alimentación saludable en profesores y niños preescolares y escolares de la región de Valparaíso, Chile. Nutr. Hosp. 2014;29(6):1298-304. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7409>
32. Arias-Rivera D, González-Urrutia R, Flores-Castro O, y Avendaño A. Mejoramiento de la calidad de la alimentación servida en una organización no gubernamental-red nacional de cuidado, San José Costa Rica, 2016. Rev. Chil. Nutr. 2019, 46(2): 144–53. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182019000200144>

33. Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. Documento de Consenso sobre la Alimentación en los Centros Educativos. España: Gobierno de España; 2011, 22 pp. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/educanaos/documento_consenso.pdf
34. Anaya G, Suguey E y Álvarez M. Factores asociados a las preferencias alimentarias de los niños. Revista Eleuthera. 2018;18:58-73. <https://dx.doi.org/10.17151/eleu.2018.18.4>



INVESTIGACIÓN

Efectos de la suplementación con *Moringa oleifera* en valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes ecuatorianos

DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a04

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022, pp. 199-210.

Artículo recibido: 23 de mayo de 2022

Aprobado: 11 de noviembre de 2022

Yira Vásquez-Giler¹; Carmen Natacha Pérez-Cardoso^{2*}; Lilian Sosa Fernández-Aballí³;
Johanna Párraga Acosta⁴; Miguel Ángel Arteaga Quiroz⁵; Ángel Adolfo Vivas Intriago⁶

Resumen

Antecedentes: *Moringa oleifera* es una especie vegetal; sus hojas, flores y frutos son apreciados por la riqueza de nutrientes y potencial antioxidante. **Objetivo:** evaluar el efecto de una infusión de hojas secas de *Moringa oleifera* en los valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de un grupo de adolescentes. **Materiales y métodos:** estudio longitudinal de tipo antes y después durante seis meses en 31 adolescentes de la comunidad Cerro Guayabal, Ecuador. Para la suplementación nutricional, se utilizaron 4 gramos de polvo de hojas de *Moringa oleifera* en dos bolsas para infusión. Se cuantificaron macronutrientes y minerales en el polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* y en su infusión. Los análisis de minerales se llevaron a cabo por triplicado, en un equipo de absorción atómica. Se midió la hemoglobina y la ferritina de los adolescentes al inicio y después de seis meses de la suplementación. **Resultados:** incremento significativo de 1,29 g en la cifra media de hemoglobina y disminución del número de adolescentes en riesgo de anemia, según los valores de ferritina y hemoglobina. **Conclusiones:** estos resultados sitúan a la especie vegetal *Moringa oleifera* como un alimento potencial y útil para combatir carencias nutricionales, en especial la anemia por deficiencia de hierro.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, carencia nutricional, hierro, suplementos dietéticos, adolescentes.

1 Ph. D. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. yiravasquez_1@yahoo.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7360-6930>

2* Autor de correspondencia. Mg. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. carmennatachaperez@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8843-4430>

3 Mg. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. lilian.sosa@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3460-4297>

4 Mg. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. johanna.parraga@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0286-5900>

5 Mg Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. miguel.artea@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9129-8321>

6 Lic. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Manabí. Ecuador. avivas6734@utm.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0128-0142>

Cómo citar este artículo: Vásquez-Giler Y, Pérez-Cardoso CN, Sosa Fernández-Aballí L, Párraga Acosta J, Arteaga Quiroz MA, Vivas Intriago AA. Efectos de la suplementación con *Moringa oleifera* en valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes ecuatorianos. *Perspect Nutr Humana*. 2022;24:199-210. DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a04



Effects of Supplementation with *Moringa Oleifera* on Blood Values of Hemoglobin and Ferritin in Ecuadorian Adolescent

Abstract

Background: *Moringa oleifera* is a plant species; its leaves, flowers and, fruits are appreciated for the richness of nutrients and antioxidant potential. **Objective:** To evaluate the effect of an infusion of dry leaves of *Moringa oleifera* on the blood values of hemoglobin and ferritin in a group of adolescents. **Materials and Methods:** Longitudinal before-and-after study for six months in 31 adolescents from the Cerro Guayabal community, Ecuador. For the nutritional supplementation, 4 grams of powdered *Moringa oleifera* leaves were used in two infusion bags. Macronutrients and minerals were quantified in the *Moringa oleifera* dry leaves and in its infusion. The mineral analyzes were carried out in triplicate, in an atomic absorption equipment. Hemoglobin and ferritin were measured in adolescents at baseline and after six months of supplementation. **Results:** Significant increase of 1.29 g in the average figure of hemoglobin, and decrease in the number of adolescents at risk of anemia according to the values of ferritin and hemoglobin. **Conclusions:** These results place the plant species *Moringa oleifera* as a potential and useful food to combat nutritional deficiencies, especially iron deficiency anemia.

Keywords: *Moringa oleifera*, nutritional deficiency, iron, dietary supplements, adolescents.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro se reconoce generalmente como la carencia nutricional más prevalente en todo el mundo. Existen diferentes indicadores bioquímicos y eritrocitarios para determinar el estado nutricional de este micronutriente; sin embargo, la hemoglobina y la ferritina son la combinación más eficiente y de coste efectiva para monitorear la respuesta de las poblaciones a las intervenciones con hierro (1).

La anemia por deficiencia de hierro, aunque es más frecuente en países en vías de desarrollo y por lo general se asocia con desnutrición e infecciones parasitarias, es también común en países industrializados (2,3).

Existen etapas biológicas, como la niñez y la adolescencia, en las que la demanda de hierro se incrementa y en ocasiones la dieta puede ser insuficiente para cubrirlas. En los varones ado-

lescentes las necesidades se incrementan por el aumento de la masa magra que acompaña al crecimiento, y en las mujeres por las pérdidas secundarias a la menstruación (4). Además, en este grupo etario es frecuente observar hábitos alimentarios inadecuados: fácil disponibilidad de porciones generosas, gran cantidad y variedad de dulces, refrigerios, comidas rápidas, la omisión de eventos alimentarios importantes y una alimentación carente de granos, frutas y verduras (5). Este patrón dietético trae consigo efectos perjudiciales para la salud, algunos inmediatos y otros a largo plazo, que incluyen anemia, elevación del colesterol y triglicéridos, diabetes mellitus tipo 2, presión arterial elevada y obesidad (6).

En un estudio sobre prevalencia de anemia y depleción de las reservas de hierro realizado por Ortega (7) en Venezuela, la prevalencia fue de 48,65 %, mientras que Quispe et al. (8) reporta-

ron que de 125 adolescentes de Lima, Perú, el 16 % presentó anemia.

Moringa oleifera es una especie vegetal a la que se le han atribuido múltiples beneficios para el bienestar humano. Todas las partes de esta planta se utilizan para diversos fines. Las hojas, flores, frutos y raíces son apreciados por su valor nutritivo y pueden ser usados tanto en la alimentación humana como animal (9).

Las hojas secas de *Moringa oleifera* presentan un contenido de hierro de aproximadamente 20 mg/100 g de producto. No obstante, existen variaciones en la cantidad de hierro informada por diferentes autores, que abarcan un rango de 0,85 a 318 mg/100 g de producto (10).

Shokery et al. (11) utilizaron té preparado a partir de polvo de hojas de *Moringa oleifera* para aumentar el contenido fenólico del yogurt, lo que se reflejó en el aumento de la capacidad antioxidante de la bebida. Dandan et al. (12) estudiaron el efecto de los procesos de extracción del té de *Moringa oleifera* sobre su calidad sensorial. Los investigadores encontraron concentraciones de aminoácidos libres en la infusión que variaban entre 5,59 y 6,52 %, y azúcares solubles entre 9,77 y 14,45 %.

Un estudio realizado por More et al. (13), que tuvo como objetivo determinar el efecto de galletas de *Moringa oleifera* sobre la concentración de hemoglobina en niños con anemia ferropénica de 3 a 5 años, demostró que en el grupo experimental la concentración de la hemoglobina mejoró significativamente y alcanzó el valor promedio de $12,45 \pm 0,69$ g/dl, luego de recibir la galleta de moringa.

Boateng et al. (14) realizaron una intervención nutricional para estudiar el efecto de fortificación de alimentos complementarios para niños de 8

a 12 meses de edad, durante cuatro meses de alimentación. Utilizaron un grupo control que ingirió solamente el alimento complementario (CF), un segundo grupo que ingirió una fórmula de cereales y legumbres elaborada con 5 g de moringa (MCL) y un tercer grupo al que se le espolvoreó la misma cantidad de moringa sobre el alimento complementario (MS). La fortificación con moringa no mejoró significativamente, ni la concentración de hemoglobina ni los indicadores de crecimiento.

Ilyas et al. (15) realizaron un estudio sobre el potencial antioxidante y nutricional del polvo de hojas secas y del polvo de semillas de *Moringa oleifera* en el que concluyeron que la infusión contiene nutrientes esenciales en cantidades significativas y buenas propiedades antioxidantes, por lo que puede complementar una dieta insuficiente y ser útil para el tratamiento de enfermedades carenciales y crónicas.

Martínez-Marciales et al. (16) incorporaron *Moringa oleifera* en bebidas de frutas caseras que suministraron a 32 niños y encontraron un aumento de aproximadamente 1,3 veces en los niveles de hemoglobina y ferritina y en el volumen de los glóbulos rojos. Indicaron, además, que estos hallazgos son una demostración del amplio espectro de las características medicinales de la moringa.

La encuesta de salud y nutrición realizada en Ecuador entre 2012 y 2013 informó que el 19,1 % de los adolescentes presentaba desnutrición crónica, era más prevalente en el sexo femenino y más alta en el grupo de edad de 15 a 19 años (17).

En el análisis de la situación de salud de la comunidad rural ecuatoriana Cerro Guayabal, realizado por Vásquez et al. (18), los autores

concluyeron que predomina la población joven; además, se evidencian estilos de vida no saludables, condiciones higiénico-sanitarias no adecuadas, las mujeres están poco integradas al trabajo o el estudio, la dinámica de algunas familias es disfuncional y el nivel de ingresos es regular. Con base en lo anterior, se sospecha de morbilidad oculta en esta población.

Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de una infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* en los valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes de la comunidad Cerro Guayabal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio longitudinal sin grupo control, de tipo antes y después, de seis meses de suplementación con infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* en adolescentes residentes en la comunidad Cerro Guayabal, cantón Montecristi, provincia de Manabí, Ecuador. La muestra fue no probabilística integrada por 31 adolescentes, 19 del sexo femenino y 12 del masculino, de edades comprendidas entre 10 y 19 años. Se excluyó del estudio a adolescentes con antecedentes de enfermedades renales, hepáticas o de tipo nervioso y a quienes estaban consumiendo suplementos.

Este estudio evaluó cambios en diferentes variables nutricionales después de la intervención nutricional con infusión de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* en los adolescentes. No obstante, en este artículo se profundiza en los efectos hallados sobre valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina.

Para determinar la ingesta dietética, se utilizó el método de frecuencia semicuantitativo de consumo y, para su análisis, el sistema automatizado Ceres+ (20). A través de una entrevista

estructurada, personal previamente adiestrado aplicó los cuestionarios a los adolescentes participantes en presencia de la madre o la persona que prepara los alimentos en su hogar, antes y después de la suplementación.

Para la suplementación nutricional se utilizó polvo de hojas de *Moringa oleifera* cultivada en la provincia de Manabí, que se encuentra a una altitud de 53 m s. n. m., con un clima semiárido cálido de 25,5 °C (21), en presentación de bolsa para infusión de 1 gramo, registrada con licencia sanitaria N.º 7041-ALN-0915 por la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) del Ecuador. La selección de esta presentación se basó en el grado de aceptación, desde el punto de vista organoléptico, por parte de los adolescentes. Se cuantificaron macronutrientes y minerales en el polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* (base seca) y en su infusión (base líquida). En base seca se determinó humedad (22), contenido de proteína (23), grasas (24), fibra cruda (25), cenizas (26), y los minerales fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro y zinc (27).

El análisis en base líquida se realizó bajo las mismas condiciones experimentales declaradas por Ilyas et al. (15). Se pesaron las bolsas con el material vegetal en balanza analítica con precisión de 0,1 mg, se colocaron en vasos y se vertieron 125 mL de agua a 100 °C. Se dejaron en contacto con el agua tres minutos exactos. Se retiraron las bolsas de la solución y se dejó reposar hasta alcanzar temperatura ambiente, con verificación del termómetro (14). Los análisis de minerales se llevaron a cabo por triplicado, en un equipo de absorción atómica marca Varian modelo AA240® con aspiración manual y con lámparas de cátodo hueco. Se aplicaron los siguientes métodos: para cobre, hierro, potasio, zinc, magnesio y calcio (26) y para fósforo total

(27). Todas las pruebas mencionadas las realizó personal autorizado del laboratorio Bureau Veritas (<https://www.bureauveritas.es/>). Asimismo, se estimó la cantidad absoluta de minerales que pasaron a los 125 mL de la infusión, la eficiencia de extracción y el porcentaje de la recomendación nutricional que cubría para dichos nutrientes.

La extracción de sangre a los adolescentes participantes se realizó en el laboratorio clínico de la Universidad Técnica de Manabí. Se determinó hemoglobina y ferritina al inicio del estudio y después de seis meses de la suplementación. La cuantificación de hemoglobina se realizó en un contador celular marca Mindray BC-2800, según la técnica descrita en el manual de procedimientos del fabricante (28). La determinación de ferritina se realizó por inmunofluorescencia en equipo de iChroma™ II (29). En la tabla 1 se presenta la clasificación de la anemia según los valores de referencia de hemoglobina y ferritina

publicados por la Organización Mundial de la Salud (30,31).

La infusión se preparó con dos bolsas de polvo de hojas de 1 gramo cada una, en las mismas condiciones experimentales que se mencionan en el análisis de la base líquida, a temperatura ambiente endulzada con 5 gramos de azúcar, y fue suministrada a los adolescentes por personal adiestrado durante seis meses con una frecuencia diaria y en horas de la tarde. Se evaluaron los resultados a los seis meses de suplementación, a través de la determinación de hemoglobina y ferritina en los adolescentes participantes.

Análisis estadístico

El procesamiento de datos se realizó con el apoyo del programa SPSS versión 23. Se empleó la prueba de Shapiro-Wilk para conocer si las muestras seguían distribución normal.

Tabla 1. Valores de referencia y puntos de corte de hemoglobina y ferritina

Variable bioquímica	Estado	Población				
		Femenino (edad en años)		Masculino (edad en años)		
		10-11	12-19	10-11	12-14	15-19
Hemoglobina (g/dL)	Sin anemia	≥ 11,5	≥ 12,0	≥ 11,5	≥ 12,0	≥ 13,0
	Anemia leve	11,0-11,4	11,0-11,9	11,0-11,4	11,0-11,9	11-12,9
	Anemia moderada	8-10,9	8-10,9	8-10,9	8-10,9	8,0-10,9
	Anemia grave	< 8			< 8	
Ferritina (ng/mL)	Reservas de hierro normal			>15		
	Reservas de hierro disminuida			< 15		
	No deseable			> 90		
	Alto riesgo			< 35		

Fuente: Organización Mundial de la Salud (30-31).

***Moringa oleifera* en la hemoglobina y ferritina**

Para comparar las medias de las variables bioquímicas estudiadas se utilizó la prueba no paramétrica de signos de Wilcoxon, y para el análisis de las asociaciones de variables categóricas la prueba de ji al cuadrado. Se estableció el nivel de significación estadística en $p \leq 0,05$.

Consideraciones éticas

Los adolescentes aceptaron de manera voluntaria participar en el estudio y sus tutores o padres firmaron el consentimiento informado. La investigación cumplió las normas éticas de la Declaración de Helsinki vigente (19) y fue aprobada por el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Manabí, asentado en el Tomo 01-Folio 01-01 de fecha 31-01-2018.

RESULTADOS

En la figura 1 se puede apreciar que después de la suplementación más del 20 % de los adolescentes consumió a diario leche, frente a menos del 10 % que antes lo hacía. Más del 5 % consumió huevos frente al 0 % que antes lo hacía. Se mantuvieron en iguales proporciones los adolescentes que consumieron a diario cereales, azúcares, aceites y grasas. Antes y después de la suplementación ningún adolescente consumió a diario carnes y vísceras, principales fuentes de hierro hemínico y zinc.

En la tabla 2 se observa la composición bromatológica del polvo de hojas de *Moringa oleifera* utilizado en este estudio. En cuanto a humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y elementos no nitrogenados (32), los resultados encontrados fueron semejantes a los reportados por otros autores (33-36).

Tabla 2. Composición bromatológica del polvo de hojas de *Moringa oleifera*

Composición	Porcentaje
Humedad	2,80
Proteína	25,00
Grasa	4,00
Ceniza	9,91
Fibra	17,17
ELNN*	41,12

*ELNN: Elementos no nitrogenados

Fuente: Vásquez Giler et al. (32).

En la tabla 3 se presenta la cantidad de minerales encontrados en el polvo de hojas de *Moringa oleifera*, y en la infusión, la eficiencia de extracción y el porcentaje con el que contribuían los minerales a la recomendación nutricional. La eficiencia de extracción presentó los valores más elevados para el potasio, cobre, calcio y zinc y los más bajos para el fósforo, magnesio y hierro. El calcio representó el 27,51 % de la recomendación nutricional; el cobre, el 20 % y el potasio, el 11,54 %.

La tabla 4 refleja los valores medios de hemoglobina y ferritina de todo el grupo, antes y después de la suplementación con infusión de *Moringa oleifera*. El valor medio de la hemoglobina cambia de forma favorable y es altamente significativo después de seis meses de suplementación con infusión de *Moringa oleifera*. Se observa un incremento de 1,29 g en la cifra media de hemoglobina.

Según los valores de hemoglobina y ferritina encontrados en los adolescentes de esta investigación, el 38,7 % presentó anemia entre leve y moderada. El número de casos fue más alto en el sexo femenino que en el masculino, situación que pudo responder a que en este grupo de edad las adolescentes han iniciado la menarquia con la consiguiente pérdida de hierro menstrual.

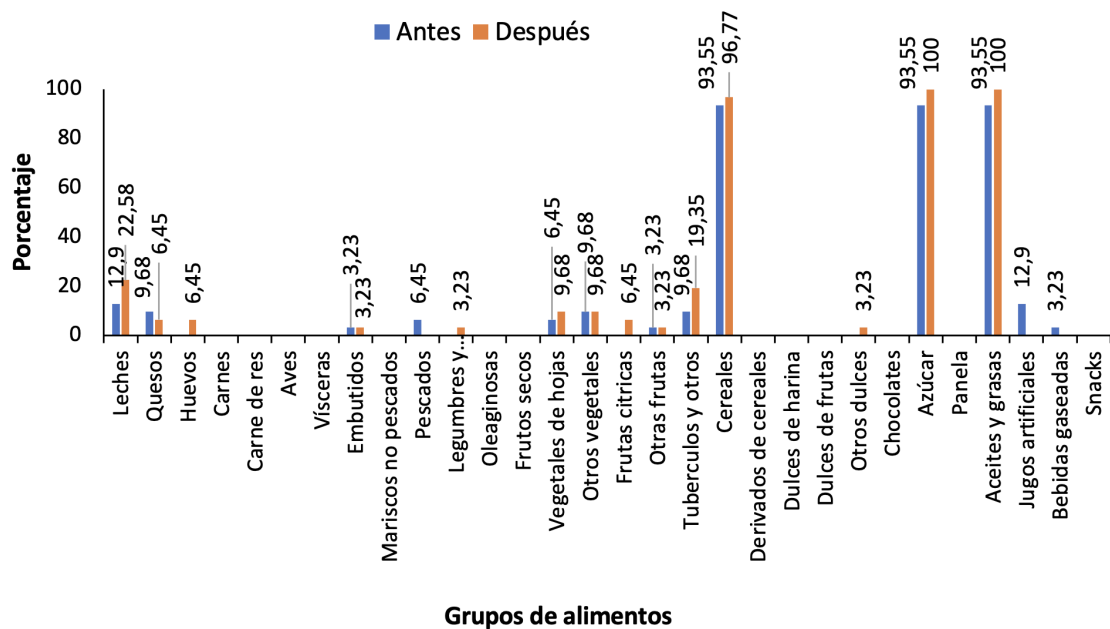


Figura 1. Distribución de adolescentes según el consumo diario de alimentos antes y después de la suplementación con infusión de *Moringa oleifera* (n=31).

Tabla 3. Cantidad de minerales en el polvo de hojas e infusión de *Moringa oleifera*

Minerales	Polvo de hojas secas (mg/ 4g)	Infusión de polvo de hojas secas (mg/125mL)	Eficiencia de la extracción (%)	Recomendación nutricional/ % de contribución
Cobre	0,256	0,176	68,75	900 µg/d/20
Hierro	1,66	0,256	15,39	16-18 mg/d /1,60
Zinc	0,384	0,184	47,92	14-17 mg/d/1,31
Magnesio	1184	25,92	2,19	300 mg/d/8,64
Fósforo	5280	2,96	0,06	800 mg/d /0,37
Calcio	425,6	220,08	51,71	800 mg/d /27,51
Potasio	324,8	230,8	71,06	2 g/ d /11,54

Fuente: Organización Mundial de la Salud (30-31).

Tabla 4. Variables bioquímicas antes y después de 6 meses de suplementación con infusión de *Moringa oleifera* en adolescentes (n =31)

Variables bioquímicas	Antes-media (DE)	Después-media (DE)	p
Ferritina (ng/mL)	35,90 (18,93)	39,15 (17,77)	0,066
Hemoglobina (g/dL)	12,09 (0,97)	13,38 (1,06)	0,000

DE: Desviación estándar

Fuente: Vásquez Giler et, al. (32)

***Moringa oleifera* en la hemoglobina y ferritina**

En el presente estudio se encontró un número menor de adolescentes varones con niveles bajos de reserva de esta proteína y los valores fueron superiores a los encontrados en el sexo femenino.

DISCUSIÓN

La no ingesta diaria de carnes y vísceras antes y después de la suplementación y los valores de hemoglobina y ferritina encontrados en los adolescentes, sumado al déficit de recursos económicos, fundamentaron la necesidad de la suplementación nutricional con *Moringa oleifera*. Es importante indicar que antes de la suplementación, según el Índice de Masa Corporal para la edad, la categoría normal predominó con un 75 % en el sexo masculino y 70,97 % en el sexo femenino, mientras que el 25 % de adolescentes masculinos se ubicó en las categorías de sobrepeso y obesidad, frente al 29,03 % de adolescentes femeninas que compartieron la misma condición (32). Situación nutricional semejante se observó después de la suplementación.

Al comparar la cantidad de extracción de minerales encontrada en este estudio con la cantidad que fue reportada por Ilyas et al. (15), la extracción de calcio, magnesio, potasio y cobre fue mayor; la de zinc tuvo valores equivalentes, pero la de hierro fue menor.

Suzana et al. (37) informaron un incremento de 0,79 g de hemoglobina en mujeres anémicas de Indonesia que recibieron durante tres semanas 700 mg de extracto acuoso de hojas secas de moringa. Mientras que Adegbite et al. (38) reportaron un incremento de 0,21 g de hemoglobina, después de suministrar por 14 días una dosis de 0,038 g/kg de polvo de hojas de esta planta a 20 estudiantes de una universidad de Nigeria.

El valor medio de ferritina cambia posintervención, pero no es estadísticamente significativo.

En la adolescencia, por el crecimiento y la menarquia, se produce un pico en la demanda de hierro; el balance negativo en esta etapa es habitual, ya que la mayoría de los adolescentes no ingiere la dosis diaria recomendada. La carencia de hierro suele pasar por los estadios de ferropenia latente y oculta hasta que, agotados los depósitos, se instaura la anemia con sus características habituales de microcitos, descenso de hierro sérico y hemoglobina, aumento de la capacidad de saturación de la transferrina y disminución de la ferritina (39).

Existen determinaciones bioquímicas o hematológicas que permiten valorar los diferentes estadios. Como la sensibilidad diagnóstica de cada técnica analítica es diferente, no se dispone de un algoritmo diagnóstico rígido, sino que para realizar, por ejemplo, el diagnóstico de deficiencia de hierro y anemia ferropénica se recomienda la combinación de dos o tres indicadores. No obstante, en los estadios carenciales más precoces se dispone de un marcador muy específico: la ferritina sérica, de forma que cifras inferiores a los niveles de normalidad diagnosticarían una depleción de los depósitos de hierro.

Las concentraciones de ferritina son un reflejo de las reservas de hierro en el organismo. En la adolescencia los valores de ferritina por lo general son mayores en los hombres que en las mujeres (32).

Entre los beneficios para la salud más divulgados de las hojas de *Moringa oleifera* se encuentra el aumento de los valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina. Las hojas de esta planta han resultado efectivas en el tratamiento de anemia inducida en ratas adultas, en la prevención y tratamiento de las anemias en niñas y gestantes y son

recomendadas como sustituto de las tabletas de hierro, que en muchas ocasiones provocan trastornos digestivos (40).

Las hojas secas contienen aproximadamente 20 mg de hierro/100 g de producto. En diferentes estudios se ha señalado que el contenido de hierro de sus hojas puede compensar la deficiencia de este mineral al modular la expresión de genes vinculados a su utilización (41).

El polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* además de contener hierro, que es uno de los nutrientes más importantes en la hematopoyesis, contiene riboflavina y ácido ascórbico, necesarios para la conversión de ion férrico a ferroso y para la movilización de ferritina. En las hojas también se encuentran componentes antioxidantes como alcaloides, saponinas y flavonoides con propiedades hematopoyéticas (42). Por su parte, los contenidos de componentes antinutricionales como taninos, lectinas e inhibidores de proteasas son insignificantes (33).

La absorción del hierro no hemínico (forma química que predomina en los alimentos de origen vegetal), está influenciada por el estado del hierro en el individuo, el aumento de las necesidades para el crecimiento y factores dietéticos inhibidores (fibra dietética, taninos, oxalatos) o estimulantes de su absorción (ácido ascórbico) (43).

En la presente investigación, se encontró que la cantidad de hierro que puede ser aportada por la formulación empleada no supera el 2 % del valor diario recomendado. Sin embargo, la principal ventaja de *Moringa oleifera* es el conjunto de todos los minerales con fitoquímicos, vitaminas y

componentes de hormonas y enzimas presentes en sus hojas secas (44).

A partir de los resultados de transferencia y eficiencia de extracción de los minerales encontrados en la infusión utilizada en esta investigación, se infiere que la *Moringa oleifera* contribuyó al aumento de la síntesis de hemoglobina, debido a la alta eficiencia de extracción de zinc y cobre, oligoelementos con papeles importantes en la estructura del grupo hemo y en la absorción y transporte del hierro. También se debe a la posibilidad de que otros nutrientes de *Moringa oleifera* (taninos y fibra dietética), inhibidores de la absorción del hierro, estuvieran en bajas cantidades en la infusión suministrada.

Adegbite et al. (38) demostraron que cuando emplearon polvo seco de hojas de *Moringa oleifera* a una dosis baja mejoraron los índices hematológicos, mientras que con dosis altas no evidenciaron esta mejora. Los autores de esta investigación consideran que los nutrientes de *Moringa oleifera* presentes en la infusión actuaron de forma sinérgica para provocar cambios significativos en los valores de hemoglobina de los adolescentes de este estudio (40-45). Asimismo, que el cuerpo está genéticamente programado para absorber los nutrientes de los alimentos de forma conjunta.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses para la realización del presente trabajo.

FINANCIACIÓN

No existió financiación ni se recibió apoyo financiero.

Referencias

1. Sebastián E, Sevilla J. Protocolo diagnóstico y tratamiento de la anemia microcítica en el adolescente. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2018;12(61):3613-18. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304541218301926>
2. Moya-Arno M, Blanquer-Blanquer M, Moraleta-Jiménez JM, Anemias carenciales, *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2016;12(20):1136-47. <https://doi.org/10.1016/j.med.2016.10.002>
3. Sebastián E, Sevilla J. Protocolo diagnóstico y tratamiento de la anemia microcítica en el adolescente, *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2018;12,(61):3613-18. <https://doi.org/10.1016/j.med.2018.08.007>
4. Jiménez-Ortega AI, González-Iglesias MJ, Gimeno-Pita P, Ortega RM. Problemática nutricional de la población femenina adolescente. *Nutrición Hospitalaria*. 2015;32(1):5-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309243316002>
5. Hernández-Merino A. Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. *Pediatr Integral*. 2016;20(5), 287-96. Disponible en: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/07/Pediatria-Integral-XX-05_WEB.pdf#page=7
6. McNaughton SA, Ball K, Mishra GD, Crawford DA. Dietary patterns of adolescents and risk of obesity and hypertension. *J. Nutr.* 2008;138(2):364-70. <https://doi.org/10.1093/jn/138.2.364>
7. Ortega P, Leal Montiel J, Amaya D, Chávez C. Anemia y depleción de las reservas de hierro en adolescentes de sexo femenino no embarazadas. *Rev. Chil. Nutr.* 2009;36(2):111-19. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071775182009000200002&lng=es.%20%20http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182009000200002%2
8. Quispe C, Gutierrez E. Consumo de alimentos y anemia en adolescentes mujeres de un colegio nacional de Lima. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter.* 2018;34(1):58-67. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892018000100007&lng=es
9. Kumssa DB, Joy EJ, Young SD, Odee DW, Ander EL, Broadley MR. Variación en la concentración de elementos minerales de *Moringa oleifera* Lam. y *m. stenopetala* (Bak. f.) Cuf.: Papel en la nutrición humana. *PLoS ONE*. 2017;12(4):e0175503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175503>
10. Madukwe EU, Ugwuoke AL, Ezeugwu JO. Effectiveness of dry *Moringa oleifera* leaf powder in treatment of anaemia. *Int. J. Med. Med. Sci.* 2013;5(5):226-28. <https://doi.org/10.5897/IJMMMS2013.0884>
11. Shokery ES, El-Ziney MG, Yossef AH, Mashaly RI. Effect of green tea and moringa leaf extracts fortification on the physicochemical, rheological, sensory and antioxidant properties of set-type yoghurt. *J Adv Dairy.* 2017;5(2)179. <https://doi.org/10.4172/2329-888X.1000179>
12. Dandan K, Shaodan P, Jihua L, Yupo C. Study on the effect of extraction process of *Moringa oleifera* instant tea on its sensory quality. *2nd International Workshop on Renewable Energy and Development*. 2018;153(2). Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/153/2/022026/meta#references>
13. More-Tinedo JK, Díaz-Ortega JL. Galletas de *Moringa oleifera* en la concentración de hemoglobina en niños anémicos. *Cientifi-k*. 2018;6(1):80-6. Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/cientifi-k/article/view/1306>
14. Boateng L, Quarpong W, Ohemeng A, Asante M, Steiner-Asiedu M. Effect of complementary foods fortified with *Moringa oleifera* leaf powder on hemoglobin concentration and growth of infants in the Eastern Region of Ghana. *Food Sci Nutr.* 2019;7(1):302-11. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.890>
15. Ilyas M, Arshad MU, Saeed F, Iqbal M. Antioxidant potential and nutritional comparison of moringa leaf and seed powders and their tea infusions. *J. Anim. Plant Sci.* 2015;25(1):226-33. Disponible en: <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-25-01/31.pdf>

16. Martínez-Marciales K, Soto A, Sierra-Castrillo J, Olivieri-Moncada J, Galeano-Arias J, Gómez-Rave J. Effect of the addition of *Moringa Oleífera* to fruit drinks on clinical parameters associated with iron deficiency anaemia in schoolchildren. *ALAN*. 2019;69(1): 2-11. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/5625>
17. Freire WB. Resumen Ejecutivo. Tomo I. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador (ENSANUT/ECU 2011-2013), Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censo; 2013. Quito Ecuador.
18. Vásquez-Giler YA, González-Hernández A, Macías-Moreira P, Carrillo-Farnés O. Análisis de la Situación de Salud en Cerro Guayabal. *Qhalikay*. 2017;1(1):29-39. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Qhalikay/article/view/125>
19. World Medical Association. Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. 2014;81(3):14-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25951678/>
20. Rodríguez SA, Mustelier OH. Sistema automatizado Ceres+ para la evaluación del consumo de alimentos. *RCAN*. 2013;23(2):208-20. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=53275>
21. Ríos SC, Zurita S, Montalvo V. Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica*. 2016;(16):94-106.
22. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 11085. Cereales, productos a base de cereales y alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa bruta y grasa total mediante el método de extracción de Randall; 2015. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_11085.pdf
23. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 522. Harinas de origen vegetal. determinación de la fibra cruda; 2013. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/522-1R.pdf>
24. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana. 2171. Cereales, leguminosas y subproductos. Determinación del rendimiento de cenizas por incineración; 2013. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_2171_extracto.pdf
25. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 2983. Complementos nutricionales. Método de análisis Spectroquant NOVA60 14729, fósforo total. 2016. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2983.pdf
26. Environmental Protection Agency (EPA) method 3015. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. [Internet] 2007. Disponible en: <https://www.jonesenv.com/PDF/3051a.pdf>
27. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2983 Complementos nutricionales. Método de análisis Spectroquant NOVA60 14729, fósforo total; 2016.
28. Manual español Mindray. Mindray BC-2800. [Internet] 2008. Disponible en: <https://www.mindray.com/>
29. Manual de pruebas i-ChromaTM II. i-ChromaTM Ferritina. [Internet] 2016. Disponible en: <https://www.labindustrias.com/>
30. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1). [Internet] 2011. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/85842>
31. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de ferritina para evaluar el estado de nutrición en hierro en las poblaciones. Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y Minerales. Ginebra, (OMS/NMH/NHD/ MNM/11.2). Disponible en: https://apps.who.int/nutrition/publications/micronutrients/indicators_ferritin/es/index.html
32. Vásquez-Giler Y, Rodríguez-Suárez A, Carrillo-Farnés O. Infusión de *Moringa oleífera* (Moringaceae) como suplemento para adolescentes de Cerro Guayabal, Ecuador. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 2019;40:33-45. Disponible en: <http://www.rjbn.uh.cu/index.php/RJBN/article/view/442>
33. Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar SK. *Moringa oleífera*: A review on nutritive importance and its medical application. *Food Science and Human Wellness*. 2016;5(2):49-56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>

***Moringa oleifera* en la hemoglobina y ferritina**

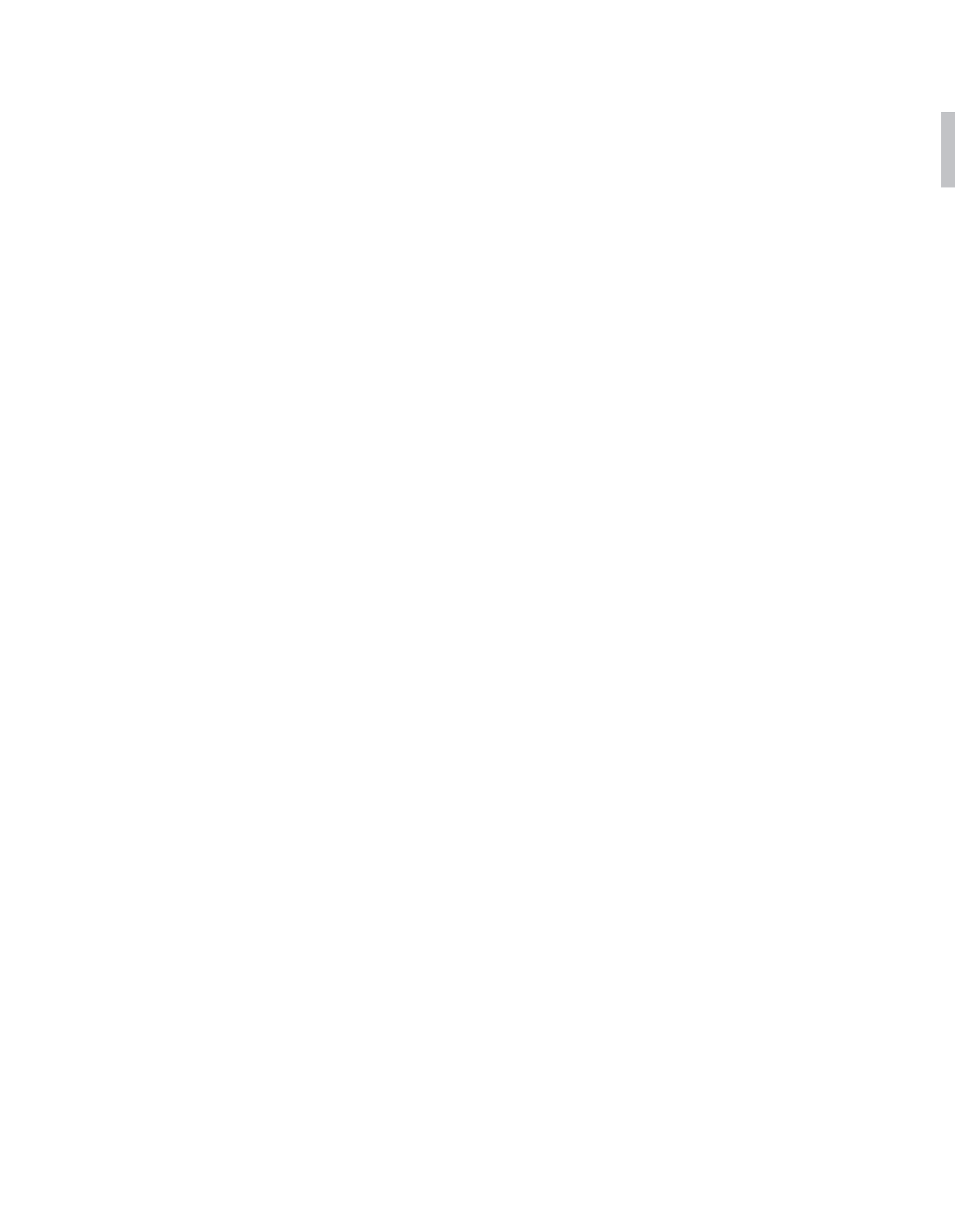
34. Nogueira-Brilhante R, Alencar-Sales J, Santos-Pereira V, Castelo-Branco D, Aguiar-Cordeiro R, De Souza-Sampaio C, et al. Research advances on the multiple uses of *Moringa oleifera*: A sustainable alternative for socially neglected population. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 2017;10(7):621-30. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.07.002>
35. El Sohamy SA, Hamad GM, Mohamed SE, Amar MH, Al-Hindi RR. Biochemical and functional properties of *Moringa oleifera* leaves and their potential as a functional food. Global Advanced Research Journal of Agricultural Science. 2015;4(4):188-99.
36. Moyo B, Masika P, Hugo A, Muchenje V. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves. African Journal of Biotechnology. 2011;12(10):925-933. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/96497>
37. Suzana D, Suyatna FD, Azizahwati Andrajati R, Sari SP. Effect of *Moringa oleifera* Leaves Extract Against Hematology and Blood Biochemical Value of Patients with Iron Deficiency Anemia. J Young Pharm. 2017;9(1):79-84. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/6600/fe491777f8b768f0d3f177986fb39eab050d.pdf>
38. Adegbite OA, Omolaso B, Seriki SA, Shatima C. (2016). Effects of *Moringa oleifera* leaves on hematological indices in humans. Ann Hematol Oncol. 2016;3(8):1-7.
39. Hernández-Merino A. Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. Pediatr Integral. 2016;16(5):357-65. Disponible en: <https://www.pediatrintegral.es/wp-content/uploads/2012/xvi05/01/Anemias.pdf>
40. Dewi DP, Fatimah F. Effect of *Moringa oleifera* cookies in anemia adolescent. Proceeding book. The 4th International Conference on Health Science, Indonesia. 2017;167-70. Disponible en: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/id/eprint/321>
41. Oyeyinka AT, Oyeyinka SA. *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent Trends and Prospects. Journal of the Saudi Society of Agricultural Science. 2018;17:127-36. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>
42. Murimi MW, Moyeda-Carabaza AF, Nguyen B, Saha S, Amin R, Njike V. Factors that contribute to effective nutrition education interventions in children: A systematic review. Nutr Rev.2018;76(8):553-80. Disponible en: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/76/8/553/5003346?login=false>
43. Katz D, Friedman R, Lucan S. Nutrición Medica. Manual completo basado en evidencia.3 ed. Wolters Kluwer. España; 2015, 107 pp.
44. Fahey J. *Moringa oleifera*: A review of the Medical Evidence for its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties Part 1. Trees for Life Journal. 2005;1(5): Disponible en: <https://www.tovshop.be/shops/tovshop/cms/fahey-jed-w-moringa-oleifera-a-review-of-the-medic.pdf>
45. Doria E, Daoudou B, Buonocore D, Verri M, Cossena M, Mashigo L. Total antioxidant capacity, antimicrobial activity and preliminary analysis of some nutritional compounds in *Moringa oleifera* preparations. Int J Food Nutr Sci. 2017;4(1):23-9. <https://doi.org/10.15436/2377-0619.16.1261>



REVISIONES
REVIEWS



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**
1 8 0 3



REVISIÓN

Aspectos alimentarios y nutricionales en el manejo de la esclerosis múltiple

DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a05

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022, pp. 213-232.

Artículo recibido: 18 de diciembre de 2020

Aprobado: 19 de abril de 2022

Maribel Rentería Ochoa¹; Lasjanny Castro Hernández²; Angélica María Muñoz Contreras^{3*}

Resumen

Antecedentes: la esclerosis múltiple es una enfermedad multifactorial del sistema nervioso central; en ella, factores nutricionales podrían estar relacionados tanto positiva como negativamente con el curso de la enfermedad. **Objetivo:** describir aspectos nutricionales y alimentarios en los pacientes con esclerosis múltiple que pueden tener importancia en la etiología y progresión de la enfermedad.

Materiales y métodos: búsqueda sistemática de estudios observacionales y experimentales en las bases de datos Scopus, Pubmed, Lilacs, Embase y SciELO entre enero del 2009 y agosto del 2020.

Resultados: una dieta similar al patrón mediterráneo se relacionó con la disminución en la fatiga y menores tasas de recaída; bajos niveles séricos de B12, magnesio y vitamina K exhibieron latencias prolongadas de potenciales evocados visuales y somatosensoriales, peores puntuaciones en la escala de estado de discapacidad extendida y mayor prevalencia de lesiones del nervio óptico, respectivamente. **Conclusión:** las funciones antiinflamatorias, antioxidantes y reguladoras de los nutrientes, como los ácidos grasos poliinsaturados, el selenio, el zinc, el magnesio, la vitamina B12 y la vitamina K, contribuyen al manejo integral del paciente con esclerosis múltiple. Más estudios son requeridos para precisar la efectividad y el impacto de la intervención.

Palabras clave: esclerosis múltiple, nutrientes, nutrición, dieta, micronutrientes, ácidos grasos, antioxidantes.

1 Nutricionista dietista. Universidad CES, Medellín-Colombia. renteria.maribel@uces.edu.co

2 Nutricionista dietista. Universidad CES, Medellín-Colombia. castro.kelly@uces.edu.co

3* Autor de correspondencia. ND, Ph. D. en Ciencias Básicas Biomédicas. Grupo de Investigación NUTRAL. Universidad CES, Medellín-Colombia. amunozc@ces.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0027-1121>

Cómo citar este artículo: Rentería Ochoa M, Castro Hernández L, Muñoz Contreras AM. Aspectos alimentarios y nutricionales en el manejo de la esclerosis múltiple. *Perspect Nutr Humana*. 2022;24:213-32. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v24n2a05>



Dietary and Nutritional Aspects in the Management of Multiple Sclerosis

Abstract

Background: Multiple sclerosis is a multifactorial disease of the central nervous system, in which nutritional factors could be related both positively and negatively to the course of the disease. **Objective:** To describe nutritional and dietary aspects in patients with multiple sclerosis that may be important in the etiology and progression of the disease.

Materials and Methods: The systematic search for observational and experimental studies in the Scopus, Pubmed, Lilacs, Embase, and SciELO databases between January 2009 and August 2020. **Results:** A diet similar to the Mediterranean pattern was related to a decrease in fatigue and lower relapse rates; low serum levels of B12, magnesium, and vitamin K exhibited prolonged latencies of visual and somatosensory evoked potentials, worse ratings on the Extended Disability Status Scale, and higher prevalence of optic nerve lesions, respectively. **Conclusion:** The anti-inflammatory, antioxidant, and regulatory functions of nutrients, such as polyunsaturated fatty acids, selenium, zinc, magnesium, B12, and vitamin K, contribute to the comprehensive management of patients with multiple sclerosis. Further studies are required to specify the effectiveness and impact of the intervention.

Keywords: Multiple sclerosis, nutrients, nutrition, diet, micronutrients, fatty acids, antioxidants.

INTRODUCCIÓN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad de tipo crónico, no transmisible y se localiza sobre todo en el sistema nervioso central (SNC). Es de fácil detección en la materia blanca (1), se caracteriza por desmielinización en múltiples partes del SNC, lo que lleva a pérdida visual monocular (neuritis óptica), debilidad de extremidades inferiores y superiores, pérdida sensorial por mielitis transversa, visión doble causada por disfunción del tallo cerebral o ataxia (2,3). En el transcurso de la enfermedad, los síntomas son variables; algunas personas experimentan episodios de recaídas que contribuyen con la discapacidad, los cuales son o no reversibles dependiendo del daño neurológico ocasionado en el organismo. Aunque la EM puede padecer progresión y regresión de manera inesperada, existen cuatro patrones de progresión: remitente-recurrente, primaria progresiva, secundaria progresiva y primaria recurrente (4).

En cuanto a su epidemiología, para el año 2020 se reportaron 2,8 millones de personas con EM alrededor del mundo, es decir, una de cada 3000 personas viven con esta condición (5) y es tres veces más común en mujeres que en hombres. Si bien la edad de aparición suele ser entre los 20 y los 40 años, la enfermedad puede presentarse a cualquier edad (6). Para el caso colombiano, en el periodo de 2009-2013, la prevalencia media fue de siete por cada 100 000 habitantes (2). A pesar de presentar una baja prevalencia en Colombia, es una de las enfermedades más caras para el sistema de salud. Según datos del Sistema de Información de Precios de los Medicamentos (SISMED), los costos farmacológicos para el año 2014 fueron de 85 990 322 849 pesos colombianos (2), cifra que puede superarse si se tienen en cuenta las complicaciones en salud que requieren de tratamiento, como el deterioro de la movilidad, fatiga, visión doble, vértigo, disfagia, temblor cerebeloso, infecciones en el tracto urinario, estreñimiento y deterioro cognitivo (7).

Hasta la fecha no se ha encontrado la causa de la enfermedad; sin embargo, se han detectado diversos factores que pueden aumentar el riesgo de padecer EM, como virus, bacterias, autoinmunidad, trastornos metabólicos, y factores de estilos de vida entre los que se encuentra la alimentación (8-10). Por lo general, las intervenciones realizadas a los pacientes con EM se han enfocado en áreas como la farmacológica. En la actualidad, se ha dado importancia al reconocimiento de intervenciones secundarias que puedan contribuir a mejorar la sintomatología propia de la enfermedad para disminuir la carga en estos pacientes crónicos.

En relación con esto, la intervención nutricional se presenta como una opción simple, de bajo costo y de riesgo disminuido si se compara con tratamientos farmacológicos, de manera que contribuye en la reducción de la gravedad, la duración de las recaídas y en la disminución del deterioro del paciente (11,12). Nutrientes como la vitamina D y los ácidos grasos omega-3 han sido ampliamente estudiados, a la fecha se cuenta con revisiones sistemáticas que muestran un panorama del estado del arte en estos dos nutrientes (13-16). Los resultados sugieren efectos beneficiosos sobre la reducción de la tasa de recaídas, los marcadores inflamatorios y la mejoría de la calidad de vida de los pacientes con EM y la necesidad de continuar con los estudios que permitan aportar la mejor evidencia debido a que aún hay resultados contradictorios. El objetivo de este trabajo fue describir aspectos nutricionales y alimentarios en los pacientes con EM que pueden tener importancia en la etiología y progresión de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Criterios de elegibilidad

La búsqueda se limitó a investigaciones originales de estudios observacionales y de intervención

realizadas en humanos, mayores de edad, con EM, que presentaron datos de al menos una de las variantes alimentarias de interés que se describen en la estrategia de búsqueda y publicados en los buscadores seleccionados, sin restricción de idioma, entre el 2009 y agosto del 2020. Durante la búsqueda fueron excluidos los artículos duplicados, las investigaciones en modelos celulares o animales, aquellos que evaluaran de forma concomitante fármaco y nutrientes y los que no abordaron como tema central la alimentación en la EM.

Fuente de información

Las bases de datos seleccionadas como fuente de información fueron Scopus, Pubmed, Lilacs, Embase y SciELO. En el caso de no encontrar los artículos en texto completo, se contactó a los autores.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda en las bases de datos se ejecutó utilizando Encabezados de Temas Médicos (Medical Subject Headings: MeSH), obtenido de los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). Para garantizar la especificidad de la búsqueda se seleccionaron como palabras clave cada uno de los macronutrientes y micronutrientes de interés. Los términos MeSH en inglés empleados fueron (“Dietary fats” OR “Dietary proteins” OR “Dietary fiber” OR “Dietary carbohydrates” OR “Nutritional supplementation” OR “Dietary supplements” OR “folate” OR “Acid Folic” OR “Vitamin B12” OR “Magnesium” OR “Manganese” OR “Selenium”) AND (“Multiple sclerosis”).

Selección de los artículos y control de sesgos

Al menos dos de los tres revisores evaluaron de manera independiente cada artículo; analizaron el título y el resumen. Los estudios potencialmente relevantes fueron seleccionados para su lectura

completa; la calidad de los estudios se evaluó mediante las directrices para la comunicación de estudios observacionales y el sistema de puntuación de Oxford para los estudios experimentales. Los desacuerdos presentados en la selección de los artículos se resolvieron con la intervención del tercer evaluador. Por último, se clasificó la información en estudios observacionales y experimentales; la extracción de la información de los estudios incluidos se hizo en una base de datos en la que se incluyó autores, país, tipo de estudio, número de participantes, patrón de progresión, edad, condición nutricional evaluada y resultados principales.

RESULTADOS

Estudios incluidos

En la figura 1 se muestra la información del proceso de búsqueda y selección de bibliografía. Un total de 35 artículos coincidieron con los criterios de selección antes mencionados y se incluyeron para su revisión. Las tablas 1 y 2 proporcionan una descripción de las características y resultados principales. Cinco aspectos se hicieron evidentes en los estudios incluidos: el primero fue el estado nutricional y los patrones dietarios, el segundo correspondió a los suplementos dietarios y herbales, el tercero fue sobre los ácidos grasos, el cuarto sobre los antioxidantes y el quinto correspondió a las concentraciones séricas de nutrientes. A continuación, se presentarán los resultados de los principales aspectos evaluados y su relación con la EM.

Estado nutricional y patrón dietario

Teniendo en cuenta los resultados en promedio del Índice de Masa Corporal (IMC), e independiente de los patrones de progresión, el estado nutricional varió entre $24,3 \pm 4,2$ y $25,0 \pm 5,0$ kg/m^2 (17-23). A pesar de la tendencia de un IMC adecuado o con

sobrepeso, se ha descrito pérdida de masa muscular medida por dinamometría manual. Redondo et al. (20) evaluaron la fuerza de agarre y encontraron a más del 70 % de la población de estudio por debajo de los rangos de normalidad, en comparación con el 37 % del grupo control. En su interés por documentar la malnutrición en pacientes con EM moderada-avanzada y su evolución a doce meses, los autores encontraron que un 6,5 % de los pacientes presentaba riesgo de desnutrición; un 1,6 %, desnutrición, de acuerdo con la valoración global subjetiva, y el 12 % refirió una pérdida de peso mayor al 5 %. Luego del seguimiento de doce meses, no se observó diferencias estadísticamente significativas en el número de pacientes malnutridos o con riesgo de malnutrición, ni cambios antropométricos, a excepción del índice de masa libre de grasa que se encontraba más bajo que la medida basal. En un estudio de cohorte se evaluó la asociación entre el IMC con medidas de neurodegeneración indicadas por resonancia magnética, los resultados mostraron menor materia gris y pérdida del volumen del parénquima cerebral normalizada a mayor IMC, lo que trae como consecuencia mayor discapacidad (19).

En cuanto a la ingestión de alimentos, en los sujetos con EM se observó un consumo menor de azúcar agregada. Akbulut et al. (18) observaron en las mujeres una disminución en la ingesta de queso, pan blanco, gaseosas, carne roja y azúcar después del diagnóstico; en cuanto a los hombres, no hubo diferencia en el consumo de alimentos, a excepción de legumbres y bebidas carbonatadas. Además, se resaltó que tanto antes como después del diagnóstico el consumo de pescado fue bajo. En otros estudios las dietas más comunes fueron las bajas en grasa, las bajas en azúcar, las bajas en carbohidratos, sin gluten y las bajas en energía proveniente de carbohidratos (24-26).

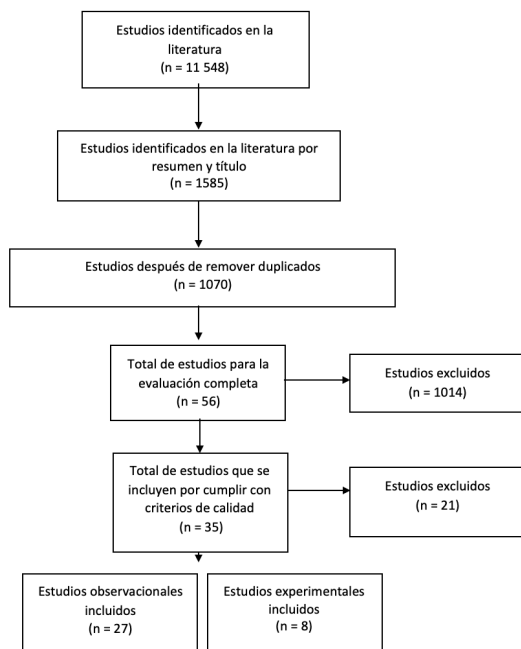


Figura 1. Procedimiento para la selección de artículos.

Por su parte, el estudio de Armon-Omer et al. (17) reportó una ingesta significativamente menor de un amplio número de aminoácidos y micronutrientes (hierro, calcio, magnesio, fósforo, potasio, sodio, zinc, cobre, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6 y folato) en comparación con el grupo sano. Cabe anotar que la tiamina y el zinc fueron significativamente más bajos en comparación con la ingesta recomendada. Ramsaransing et al. (27) investigaron las diferencias en la ingesta nutricional en pacientes con diferentes cursos de la enfermedad; encontraron que las personas con EM progresiva secundaria tenían ingestas más bajas del 20 % de magnesio, y del 15 % de calcio, en comparación con pacientes con EM leve o primaria progresiva. En comparación con un grupo sano, la ingesta fue menor en cuanto a proteína, grasa total, colesterol, folato, magnesio y cobre; además, los micronutrientes mencionados junto con el zinc y el selenio estuvieron por debajo de las recomendaciones diarias.

Cortese et al. (28) investigaron en mujeres la asociación entre la ingesta de minerales y el riesgo de la EM. En su estudio, la ingesta de los minerales con excepción del potasio estuvo dentro del rango de las recomendaciones; el estudio no encontró una asociación entre la ingesta de micronutrientes y la EM.

Cuatro estudios exploraron la asociación entre los factores dietéticos y los diversos aspectos como la calidad de vida relacionada con la salud, la discapacidad, la tasa de recaída y la depresión. Hadgkiss et al. (29) reportaron las probabilidades de tener menor calidad de vida y un nivel más alto de discapacidad; estas fueron significativamente más bajas para aquellos que pertenecían a los grupos de mayor consumo de frutas, verduras y grasas saludables. A pesar de que los análisis bivariados mostraron asociación entre menor discapacidad y no consumir carne ni lácteos, este hallazgo no se mantuvo después de controlar por variables de confusión. Para aquellos con EM remitente-recurrente, la dieta saludable predijo significativamente una tasa de recaída más baja; sin embargo, el ajuste del modelo fue deficiente. En cuanto al estudio de Moravejolahkami et al. (23), estos reiteraron la asociación entre el patrón dietario basado en el consumo de las frutas, verduras (en especial crucíferas, cebollas, pimientos, curry, tomate y calabaza), lácteos bajos en grasa y el patrón similar al mediterráneo (cereales integrales, carnes blancas, frijoles, nueces, aceites con contenido de omega-3 y 6 e ingestas de dos tazas de café por día) con un puntaje más alto de calidad de vida, más bajo en la medición de la fatiga aguda y crónica, y menores tasas de recaídas, entre los sujetos con EM remitente-recurrente y EM progresiva-recurrente al compararse con los sujetos que seguían una dieta occidental. Asimismo, los patrones que tenían todos los tipos de omega-3 y 6 se asociaron negativamente con la tasa de recaída.

Aspectos alimentarios y nutricionales

Tabla 1. Resumen de tablas de estudios observacionales

Referencia, país	Tipo de estudio	Muestra, patrón de progresión, edad	Componente o nutriente estudiado
ArmonOmer et al. Israel (17)	Casos y controles	146 pacientes con EM estable y duración media de la enfermedad de 10,4±10,4, edad promedio de 33,9 ± 11,2 años. 83 controles	Menor ingesta de nutrientes y menor capacidad antioxidante en los pacientes con EM, en comparación con el grupo control.
Akbulut et al. Turquía (18)	Transversal	63 participantes con EMRR o EMSP, edad promedio de 35,1±8,90 años en mujeres y 34,6±8,19 años en hombres.	Mejor estado nutricional de los participantes después del diagnóstico. Las mujeres disminuyeron la ingesta de azúcar, queso, pan blanco, gaseosas y carne roja; los hombres disminuyeron las leguminosas y bebidas carbonatadas. Para ambos sexos el consumo de pescado fue bajo antes y después del diagnóstico.
Mowry et al. Estados Unidos (19)	Prospectivo	349 personas con en EMRR, edad promedio de 42±10 años.	Menor materia gris y pérdida del volumen del parénquima cerebral, normalizada a mayor IMC.
Redondo et al. España (20)	Dos fases: Casos y controles / Prospectivo	124 pacientes con EMSP y duración media de la enfermedad de 17±7,2 años, edad promedio de 53±10,4 años. 62 controles.	Pacientes con un riesgo de desnutrición en el 6,5 % con desnutrición en el 1,6 %, pérdida de peso > 5 % en los últimos seis meses del 12,1 %. Aporte deficiente de ácidos grasos poliinsaturados.
Hejazi et al. Irán (22)	Casos y controles	37 pacientes con EMRR, rango de edad entre 18 a 52 años. 37 controles	No se presenta diferencia en los niveles séricos y dietarios de la vitamina D y antioxidantes con respecto al grupo control.
Moravejolahkami et al. Iran (23)	Transversal	261 pacientes con EMRR, EMPP, EMSP o EMPP y duración media de la enfermedad de 9,7± 6,6 años, edad promedio de 38,9±8,3 años.	Menores recaídas, mayor calidad de vida y mejoría de la fatiga, menor hsCRP asociado a patrones de dietas saludables.
Fitzgerald et al. Estados Unidos (24)	Transversal	6990 personas con EMRR, MSSP o EMPP con un promedio de 19,5 años de diagnóstico, edad de 59,1 años.	El patrón de progresión puede generar diferencias en la composición de la dieta. Aquellos sin antecedentes de seguir una dieta específica presentan más probabilidades de tener EM progresiva, ser más obesos, tener una peor calidad de la dieta en general, no participar en actividad física y fumar.
Leong et al. Australia (25)	Transversal	416 participantes con EMRR, EMPP o EMSP	Uso en conjunto de tratamiento farmacológico con dietas alternativas o complementos, sobre todo en personas con EM de menor severidad. Los complementos más usados fueron vitaminas, ácidos grasos, ginkgo biloba y valeriana; las dietas bajas en grasas o sin azúcar fueron las más usadas.
Mraish et al. Jordania (26)	Transversal	60 participantes con EM, edad entre 20 a 50 años	Pacientes con bajo peso en el 5 %. Ingesta adecuada de macronutrientes, e inadecuada en ácidos grasos esenciales.
Ramsaransing et al. Países Bajos (27)	Transversal	80 participantes con EMPP, EMSP o benigna con al menos 10 años de evolución de la enfermedad, edad promedio de 50 años	Los pacientes con EM tenían una ingesta de ácido fólico, magnesio, zinc y selenio inferior a la recomendada.

Cortese et al. Estados Unidos (28)	Prospectivo	479 nuevos casos de EM durante el seguimiento de dos estudios de cohortes: 80 920 enfermeras en el Estudio de Salud de Enfermeras (1984-2002) y 94 511 en el Estudio de Salud de Enfermeras II (1991-2007).	La ingesta alta o baja de potasio, magnesio, calcio, hierro, zinc no se relaciona con el riesgo de EM.
Hadgkiss et al. Multicentrico (29)	Transversal	2087 personas con EMRR con un promedio de diagnóstico de 8,5 años, edad promedio de 45,5 años.	Menor calidad de vida y un nivel más alto de discapacidad, asociado con menor consumo de frutas, verduras y grasas saludables.
Black et al. Australia (30)	Casos y controles	252 participantes con un primer episodio de síntomas clínicos sugestivos de desmielinización del SNC y EMPP, edad media de 38,7±9,7 años. 446 controles.	Se identificó un patrón dietético como saludable, el cual se caracteriza por el consumo de aves, pescado, huevos, verduras y legumbres, y este se asocia con una reducción del 25 % en el riesgo de un primer diagnóstico clínico de desmielinización del sistema nervioso central.
Taylor et al. Multicéntrico (31)	Transversal	2459 participantes con EMRR, edad media de 37 años en el momento del diagnóstico.	Se identificó la asociación significativa entre los factores modificables del estilo de vida y el riesgo de depresión. El consumo de vitamina D, omega3 y pescado son factores importantes en el riesgo de padecer depresión en la EM.
Taylor et al. Australia (32)	Prospectivo	2224 participantes con EM. Seguimiento de 2,5 años.	Los estilos de vida saludables tienen impacto positivo en el riesgo de padecimiento de depresión en pacientes con EM.
O'Connor et al. Estados Unidos (36)	Casos y controles	279 participantes con EMRR, EMSP, EMPP y neuromielitis óptica y duración media de la enfermedad de 15 años, edad media de 47 años de edad.	Después del diagnóstico de EM, se evidenció un aumento en el consumo de suplementos dietarios y herbales en sujetos con EM, en especial de vitamina D, multivitamínicos y calcio más vitamina D.
Masullo et al. Estados Unidos (37)	Transversal	36 individuos con EM participaron con duración media de 9,7±7,2 años.	La ingesta inadecuada de C, A, E y folato por parte de quienes siguen la dieta Swank y de vitamina D y E de quienes siguen la dieta paleo sugiere que estas dietas pueden ser restrictivas.
Bjørnevik et al. Estados Unidos (39)	Prospectivo	479 nuevos casos de EM durante el seguimiento de dos estudios de cohortes: 80 920 mujeres enfermeras en el primer estudio y 94 511 mujeres enfermeras en el segundo estudio.	Solo el ácido α -linolénico (ALA) se asoció inversamente con el riesgo de EM. Los ácidos grasos de cadena larga, ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) no se asociaron con el riesgo de EM.
Hoare et al. Australia (40)	casos y controles	267 casos con primer diagnóstico de desmielinización y EMPP, con edad entre 18 y 59 años. 517 controles.	El ácido α -linolénico derivado del pescado se asoció con una disminución del riesgo de diagnóstico clínico de desmielinización del SNC.
Cortese et al. Multicentrico (41)	Casos y controles	953 participantes con EM y duración media de la enfermedad de 7,2±2,7. Edad promedio de 44,8±10,5. 1717 controles.	El uso de suplementos autoinformados entre los 13 y los 18 años se asoció con un riesgo reducido de EM. Se encontró una asociación inversa entre el riesgo de EM y la dosis de aceite de hígado de bacalao durante la adolescencia.

Aspectos alimentarios y nutricionales

Socha et al. Polonia (44)	Casos y controles	101 pacientes con EMRR y duración media de la enfermedad de 5,44±5,2 años, edad promedio de 40,86±10,2 años. 63 controles.	Se encontró que los niveles de selenio, glutatión peroxidasa y el estado antioxidante fueron significativamente más bajos en el grupo de pacientes que en los sujetos sanos. El selenio se relacionó con hábitos de alimentación.
Moghaddasi et al. Irán (46)	Casos y controles	75 participantes con EMRR y duración media de la enfermedad de 4,3 años, edad promedio de 31,97 años. 75 controles.	Niveles séricos de vitamina B12 y folato bajos, mientras que la homocisteína está alta en comparación con el grupo control.
Kocer et al. Turquía (47)	Casos y controles	35 mujeres y hombres con EMRR, EMSP o EMPP durante un ataque agudo y 30 controles con una edad media respectivamente de 30,1 años y 34,3 años. La duración media de la enfermedad fue de 1,99 años	Mayor duración de las latencias en personas con EM y deficiencia de B12 según la prueba de potencial evocado visual y la prueba de potencial evocado somatosensorial tibial posterior. Niveles de homocisteína altos en el 20 % de los pacientes con EM, pero estaban dentro de los límites normales en el grupo control. Por último, no se encontró relación significativa del ácido fólico con la EM.
Fahmy et al. Egipto (48)	Casos y controles	45 participantes con EMRR o EMPP y una duración de la enfermedad con una media de 5,1±1,8 años, edad media de 32,9±4,1 años. 20 controles.	La homocisteína como predictor significativo de deterioro cognitivo en pacientes con EM.
Moradi et al. Iran (49)	Casos y controles	25 participantes con EM. 25 controles.	Las concentraciones de cadmio, manganeso, plomo, cobre y cobalto en el suero sanguíneo de los pacientes con EM fueron más altas en comparación con los sanos; las concentraciones de hierro y zinc en el suero del paciente fueron menores.
Karpińska et al. Polonia (50)	Casos y controles	101 participantes con EMRR y duración promedio de la enfermedad de 5,44±5,3 años, edad promedio de 40,86±10,2 años. 41 controles.	Concentraciones séricas de magnesio normales se asocian con mejores condiciones clínicas, en particular, con respecto a la función del tracto piramidal y esfínteres, en comparación con los pacientes con niveles inadecuados.
Lasemi et al. Irán (51)	Casos y controles	45 pacientes con EMRR, EMPP o EMSP y duración de la enfermedad entre 1 y 25 años, edad promedio de 34 años. 29 controles.	Los niveles séricos de vitamina K2 fueron más del triple en los controles sanos en comparación con los pacientes con EM. Un número creciente de ataques por año se asoció con niveles séricos reducidos de esta vitamina.

EM = esclerosis múltiple; EMRR = esclerosis múltiple recurrente remitente; EMSP = esclerosis múltiple secundaria progresiva; EMPP = esclerosis múltiple progresiva primaria; SNC = sistema nervioso central; IMC = Índice de Masa Corporal; hsCRP = proteína C reactiva ultrasensible.

Asimismo, otro trabajo determinó que no hay una asociación estadísticamente significativa ($p = 0,11$) entre una dieta occidental (rica en carnes rojas, carnes procesadas, lácteos con alto contenido de grasa y con bajo consumo en cereales integrales, nueces, fruta fresca y lácteos bajos en grasa) y el primer diagnóstico clínico de desmielinización del SNC. No obstante, el incremento en una desviación estándar en el puntaje

de la dieta saludable (alta ingesta de aves de corral, pescado, huevos, vegetales y legumbres) se relacionó con un menor riesgo de tener un primer diagnóstico de desmielinización del SNC en mujeres en un modelo ajustado (OR 0,72; 95 % CI 0,56, 0,93; $p = 0,011$). En los hombres, a pesar de que mostró la misma tendencia, no hubo significancia estadística (OR 0,91; 95 % CI 0,43, 1,93; $p = 0,808$) (30).

Tabla 2. Resumen de tablas de estudios experimentales

Referencia, país	Tipo de estudio	Muestra, patrón de progresión, edad	Intervención nutricional	Duración	Efecto encontrado
Riccio et al. Italia (21)	Estudio aleatorizado no controlado	43 participantes con media de 9 años de diagnóstico, edad 38 años	Todos los pacientes recibieron una administración semanal de 5000 UI de colecalciferol (vitamina D3), correspondiente a un total de 914 UI/día. Además, estaban en una dieta con restricción de calorías: 1700 calorías, basada en los principios de la dieta mediterránea.	7 meses	No se observaron efectos significativos en los signos neurológicos.
KatzSand et al. Estados Unidos (33)	Controlado aleatorizado	128 mujeres con EM entre 18 y 65 años, edad promedio de 43 años.	Mientras que un grupo seguía el patrón de alimentación de estilo mediterráneo saludable para los estadounidenses, el otro no seguía ningún tipo de dieta.	6 meses	Efecto positivo en las puntuaciones del índice de fatiga neurológica y en la escala ampliada del estado de discapacidad.
Yadav et al. Estados Unidos (34)	Controlado aleatorizado	61 participantes con EMRR, y diagnóstico de 5 años, edad promedio de 40 años.	Dieta basada en alimentos vegetales con almidón y prohibición de carne, pescado, huevos, productos lácteos y aceites vegetales (como el maíz y el aceite de oliva). El grupo de control continuó su dieta habitual durante todo el estudio.	1 año	No hubo efecto en número de recaídas ni diferencias en las resonancias magnéticas cerebral o en la discapacidad.
Bock et al. Alemania (35)	Controlado aleatorizado	48 participantes con EMRR entre los 18 y 67 años, edad promedio de 47 años.	12 participantes con dieta control, 18 participantes con dieta de restricción (Día 1 preayuno: monodieta de 800 (alrededor del 40 % de la ingesta calórica normal). Día 28 dieta muy baja en calorías (200350 kcal (1018 % de la ingesta calórica normal), y 18 participantes con dieta cetogénica (ingesta diaria promedio < 50 g de carbohidratos, > 160 g de grasas (sin exceder la relación omega6 vs. omega3 de 2:1), ingesta promedio de proteínas ≤ 100 g por día, ingesta alta de fibra.	6 meses	Las dietas cetogénicas pueden reducir la expresión de enzimas involucradas en la biosíntesis de eicosanoides proinflamatorios.
Lieben et al. Países Bajos (38)	Controlado cruzado	32 pacientes con EM, en su mayoría con EMRR, entre 18 y 55 años de edad.	Se realizaron cuatro sesiones con mezclas con 40 g de proteína con o sin triptófano en diferentes concentraciones. Este hidrolizado de proteína de suero se disolvía en 400 ml de agua y se preparaba 30 minutos antes de la ingesta.	20 horas	Adición a la proteína del suero entre 0,030,04 g de triptófano por kg de peso es el nivel más opcional para el rendimiento de la memoria en pacientes con EM sin presentar una mejoría en el estado de ánimo.

Aspectos alimentarios y nutricionales

Shinto et al. Estados Unidos (42)	Controlado aleatorizado	39 participantes con EMRR y una media de 17 años de diagnóstico, de 18 a 85 años.	Grupo omega-3 recibieron una dosis diaria de seis cápsulas (1,95 gramos de EPA y 1,35 gramos de DHA).	3 meses	Efecto no significativamente diferente en la Escala de Calificación de Depresión de MontgomeryAsberg.
Torkildsen et al. Noruega (43)	Controlado aleatorizado	91 pacientes con EMRR de 18 a 55 años.	Se administró placebo y ácidos grasos ω 3 en cinco cápsulas diarias (1350 mg de EPA y 850 mg de DHA). Después de seis meses, vía subcutánea 44 μ g de interferón beta1 α 3 veces.	18 meses	No hubo efecto en la tasa de recaídas ni en el número de lesiones de la resonancia.
Mauriz et al. España (45)	Controlado aleatorizado	9 personas con EMP y 16 años de diagnóstico, edad promedio de 56 años.	Reemplazo del almuerzo por alimentos preparados de Campofrío Food Group (comidas trituradas o productos cárnicos procesados). Además, recibieron del día 14 al día 42 del estudio (5 días a la semana) 200 mg/día de polvo PLX® (10 % de verbascósido).	42 días	Efecto positivo en los niveles de proteína C reactiva.

EM = esclerosis múltiple; DHA = ácido docosahexaenoico; EPA = ácido eicosapentaenoico; EMRR = esclerosis múltiple recurrente remitente; EMSP = esclerosis múltiple secundaria progresiva; EMPP= esclerosis múltiple progresiva primaria; EMP = esclerosis múltiple progresiva; SNC = sistema nervioso central; TRP = triptófano.

Taylor et al. (31), en su estudio transversal, encontraron que el grupo de participantes que recibió suplementos de ácidos grasos omega-3 proveniente del aceite de linaza, y además tuvo consumo frecuente de pescado, recibió suplementos de vitamina D, realizaba meditación y tenía consumo moderado de alcohol, presentó un riesgo significativamente menor de depresión. Luego, investigadores del mismo grupo de trabajo, en un estudio longitudinal de 2,5 años, examinaron la asociación entre estilo de vida, incluyendo la dieta, y el riesgo de depresión. Si bien hubo algunos indicios de asociaciones positivas entre el consumo de carne, productos lácteos y suplementos de ácidos grasos omega-3, estas se perdieron luego del ajuste por variables de confusión. Por otro lado, la asociación entre menor depresión y consumo de suplementos de vitamina D persistió después de los ajustes (32).

Con respecto a los estudios experimentales, se abordaron cuatro intervenciones distintas. Tras su investigación, Katz-Sand et al. (33) reportaron que al seguir la dieta mediterránea, por lo menos seis meses, sin suplementos exceptuando la vitamina D prescrita por el médico tratante, se puede reducir la fatiga neurológica, una tendencia hacia la reducción de la escala de impacto de la EM y la discapacidad, en comparación con un grupo de intervención. Asimismo, Yadav et al. (34) encontraron que seguir dieta basada en plantas (alimentos vegetales con almidón como los frijoles, panes, maíz, pastas, papas, batatas y arroz) con la adición de frutas y verduras sin almidón al menos por un año mejoró la fatiga; aunque no tiene efecto sobre la discapacidad, en la frecuencia de las recaídas ni en la calidad de vida. Los autores sugieren interpretar el resultado de la fatiga con cautela, debido a que hubo un desequilibrio inicial en las puntuaciones de fatiga entre los grupos de intervención y control. Riccio et al. (21) reportaron

que en pacientes con EM primaria progresiva y en pacientes con EM remitente-recurrente —tras una dieta semivegetariana restringida en calorías, distribuida 50 % de carbohidratos, 30 % de grasa (sobre todo de aceite de oliva, pescado y grasas vegetales) y 20 % de proteínas suplementada con vitamina D, ácidos grasos y multivitamínicos— no hubo cambios en los puntajes de fatiga, ni en los de calidad de vida después de tres y seis meses de tratamiento; sin embargo, se estableció en 12 de los 29 pacientes una tendencia hacia la disminución de la inflamación.

Por último, un trabajo exploró el impacto de las dietas cetogénicas en la expresión de genes de enzimas claves para la formación de eicosanoides pro y antiinflamatorios en leucocitos periféricos; los resultados mostraron una disminución en la expresión de genes citocromo C oxidasa 1 y 2 y la araquidonato 5-lipooxigenasa, que codifican para enzimas involucradas en la biosíntesis de eicosanoides proinflamatorios en comparación con la dieta regular (35).

Suplementos dietarios y herbales

Luego del diagnóstico de EM, los pacientes consideran pertinente el inicio de la suplementación dietaria o herbal para retrasar la progresión de la enfermedad o tratar un síntoma en específico. En los estudios observacionales, se encontró que los tipos de suplementos más usados fueron multivitamínicos, la vitamina D y los ácidos grasos (25,32,33,36). Adicionalmente, en el estudio de O'Connor et al. (36), los pacientes con EM informaron un mayor uso de complejo B, vitamina B12, calcio más vitamina D y de suplementos herbales como el aceite de onagra, seguido del extracto de fruta de arándano. También ingirieron hierba de san Juan, equinácea, arroz de levadura roja, aceite de linaza, ginkgo biloba, valeriana, ginseng, entre otros, en comparación con el grupo control. El estudio no mostró evidencia en

cuanto al uso de estos suplementos con el curso progresivo de la enfermedad y, por el contrario, advierte sobre posibles interacciones negativas entre el uso de suplementos herbales y los medicamentos. Leong et al. (25), por su parte, reportaron el ginkgo biloba y la valeriana como los productos herbales más comunes. Entre las creencias de los pacientes para su uso se encontraron prevención de los ataques y recaídas, mejoría del sueño, tratamiento de las piernas inquietas, la neuralgia y la desintoxicación (37).

En un estudio experimental en pacientes con EM, se examinaron los efectos sobre las funciones afectivas y cognitivas de una mezcla de proteína whey enriquecida con triptófano. Los autores concluyeron que una adición de triptófano a la proteína del suero, entre 0,03-0,04 g por kg de peso, mejoró la memoria sin afectar el estado de ánimo (38).

Ácidos grasos

Dos estudios evaluaron el perfil nutricional en fase moderado-avanzado. En ambos, los pacientes con EM presentaron una ingesta menor de ácidos grasos poliinsaturados con respecto al grupo control, ningún grupo cubrió los requerimientos diarios establecidos para ácidos grasos poliinsaturados (17,20). Por otra parte, se reportó un consumo menor al 50 % de ingesta diaria recomendada de ácidos grasos poliinsaturados totales, omega-3 y omega-6 (26). Adicionalmente, tres estudios observacionales se centraron en la relación de la ingesta de los ácidos grasos y Bjørnevik et al. (39) encontraron que una baja ingesta de ácidos grasos poliinsaturados aumentaba el riesgo de padecer EM. Hoare et al. (40) reportaron la asociación entre su baja ingesta y el riesgo del primer diagnóstico clínico de desmielinización del SNC. Mientras que para Bjørnevik et al. (39) el ácido α -linolénico (ALA) derivado de las plantas fue el único ácido graso con un efecto protector.

Aspectos alimentarios y nutricionales

Para Hoare et al. (40), el ALA derivado de los pescados fue el más benéfico. Ahora bien, Cortese et al. (41) dedujeron que comenzar una suplementación con aceite de bacalao de una cucharada diaria (aproximadamente 600 a 800 UI de vitamina D) desde la infancia o adolescencia, mas no desde el nacimiento, puede asociarse con un menor riesgo de padecer EM.

En cuanto a los estudios experimentales, se encontró uno que no reveló ningún efecto sobre la depresión, ni en la calidad de vida de los pacientes con EM de la terapia complementaria de la suplementación de omega-3 (1,95 g de ácido eicosapentaenoico [EPA] + 1,35 g de ácido docosahexaenoico [DHA] /día), durante tres meses (42).

Torkildsen et al. (43) no detectaron efectos benéficos en el grupo suplementado en comparación con el grupo placebo, ni en el número acumulado de lesiones por resonancia magnética ni en el número de recaídas, ni una mejoría en el puntaje de la escala del estado de incapacidad, como tampoco en la escala de valoración funcional; tampoco cambios en la fatiga o calidad de vida, luego del consumo de 1350 mg de EPA y 850 mg de DHA/día, durante seis meses de tratamiento, ni cuando se combinó con interferón beta 1 α iniciado a partir del sexto mes.

Antioxidantes

Al ser la EM una enfermedad inflamatoria, los antioxidantes podrían estar implicados directamente en su aparición o progresión. En los estudios observacionales se evaluaron principalmente los niveles sanguíneos de antioxidantes, los cuales reportaron concentraciones más bajas de la capacidad antioxidante total en el suero de pacientes con EM en comparación con controles sanos (17,44). Por su parte, el estudio de Armon-Omer et al. (17) mostró mayor compromiso en pacientes con EM severa; aunque no se encontró una aso-

ciación entre la ingesta de vitaminas antioxidantes y la progresión de la enfermedad. El estudio de Socha et al. (44) indicó una concentración sérica de selenio y la actividad de glutatión peroxidasa disminuida en personas con EM en comparación con sujetos sanos. Con respecto a la ingesta, señalaron que un frecuente consumo de aves de corral, productos de panadería, legumbres y pescado parecía aumentar la concentración sérica de selenio en los pacientes con EM, mientras que el consumo rutinario de mantequilla, pan integral, bebidas dulces y azúcar lograba lo contrario. Cabe resaltar que también observaron una disminución de la capacidad antioxidante total en aquellos pacientes que estaban recibiendo medicamentos inmunomoduladores.

Hejazi et al. (22) no hallaron diferencias significativas entre los casos y controles en los niveles séricos de antioxidantes; para ambos grupos reportaron una ingesta por debajo de las referencias de la ingesta dietética, solo con la vitamina C cerca a la dosis recomendada. En cuanto a los estudios de intervención, Mauriz et al. (45) valoraron el efecto de una dieta baja en grasas con suplementación de 200 mg/día de verbascósido, un componente antioxidante sobre marcadores oxidativos e inflamatorios. El estudio mostró una disminución significativa de los niveles de proteína C reactiva, niveles más bajos de isoprostanos 8-iso-PGF2 α e interleucina IL-6 en el grupo de intervención al compararlo con el grupo placebo.

Concentraciones séricas de nutrientes

Los exámenes bioquímicos contribuyen a la interpretación del estado nutricional. En un estudio demostraron que los pacientes con EM tenían valores de hierro más bajos en comparación con los controles (17). Redondo et al. (20) observaron un menor nivel de albúmina, vitamina D, vitamina E y bilirrubina en comparación con voluntarios sanos. Los pacientes con discapacidad avanzada tenían

un nivel más bajo de albúmina, transferrina, folato y niveles más altos de proteína C reactiva. Moravejolahkami et al. (23) encontraron una concentración menor de proteína C reactiva ultrasensible en aquellos participantes que llevaban una dieta rica en frutas o verduras o mediterránea en comparación con la dieta occidental.

Dos estudios determinaron que las personas con EM tenían niveles más bajos de vitamina B12 y folato sérico, mientras que la homocisteína estaba alta en comparación con el grupo control (46,47). Moghaddasi et al. (46) encontraron que los niveles más altos de homocisteína se correlacionaron positivamente con la duración de la enfermedad, con el tratamiento del interferón β y fueron más jóvenes en presentar el primer ataque de desmielinización. Por su parte, Kocer et al. (47) observaron que los pacientes que tenían niveles más bajos de B12 exhibieron latencias prolongadas de potenciales evocados visuales y somatosensitivos. Fahmy et al. (48) no encontraron diferencias entre los niveles de B12, folato y homocisteína entre pacientes y controles; sin embargo, identificaron una asociación entre los cambios atróficos cerebrales con concentraciones séricas bajas de B12 y altos valores de homocisteína; además, hallaron cifras más altas de homocisteína en personas con EM progresiva secundaria que en la EM remitente-recurrente. Por último, bajo un modelo de regresión lineal, se determinó a la homocisteína como predictor significativo del deterioro cognitivo en pacientes con EM.

En cuanto a los metales pesados, Moradi et al. (49) evaluaron las concentraciones sanguíneas de plomo, cadmio y cobalto, y la eliminación urinaria de aluminio, mercurio y plomo en pacientes con EM residentes en zonas industriales. Los investigadores encontraron que las concentraciones de plomo, cadmio y cobalto fueron significativamente más altas que en los sujetos sanos, y que la eliminación urinaria de aluminio, mercurio y plomo superó a la del grupo control. Asimismo, los niveles sanguíneos

del hierro y el zinc estuvieron más bajos en las personas con EM.

En lo que respecta al magnesio, Karpínska et al. (50) identificaron que más de la mitad de los pacientes con EM tenían concentraciones de magnesio menores, lo cual se relacionó con peores puntuaciones en la Escala de Estado de Discapacidad Extendida (EDSS), específicamente en la función del tracto piramidal y los esfínteres. Acerca de la vitamina K, encontraron valores sanguíneos más bajos de vitamina K2 con respecto al grupo control. Estas concentraciones fueron significativamente más bajas en las mujeres y fueron más bajas a mayor edad; la reducción fue de 10 % por cada década. Aquellas personas con déficit de vitamina K fueron más propensas a tener un número creciente de ataques por año y se observó mayor prevalencia en los pacientes con lesiones del nervio óptico (51).

DISCUSIÓN

Estado nutricional

El estado nutricional en el que se encuentran los pacientes con diagnóstico de EM podría tener implicaciones en la calidad de vida, estado psicológico y progresión de la enfermedad. Esto es consecuencia del patrón alimentario seguido por cada uno de ellos antes y después del diagnóstico médico. La gran mayoría de los pacientes inician con la aplicación de dietas específicas, las cuales pueden alterar o no su estado nutricional. Akbulut et al. (18) atribuyeron la reducción del consumo de azúcar, pan blanco, gaseosas, entre otros, a la información suministrada por los medios de comunicación que enfatizan una relación de estos productos con el aumento del colesterol y triglicéridos y a las complicaciones en la salud. Por otro lado, sugirieron que los factores socioeconómicos son posibles causas de la reducción del consumo de carne, en especial, en participantes con bajo estrato socioeconómico.

Aspectos alimentarios y nutricionales

Un número importante de estudios reportaron ingestas inferiores al requerimiento de ácidos grasos poliinsaturados y de micronutrientes (tiamina, zinc, calcio, magnesio, selenio, entre otros) (17,20,26,27), todos ellos esenciales para el correcto funcionamiento y regulación de funciones vitales en el organismo, pero, adicionalmente, con funciones en el sistema nervioso. La tiamina es una vitamina que desempeña una función importante en el metabolismo de los carbohidratos por medio de la formación de la coenzima pirofosfato de tiamina. Esta desempeña una función neuromoduladora en el sistema de neurotransmisores de acetilcolina, distinto de sus acciones como cofactor durante los procesos metabólicos, además contribuye a la estructura y función de las membranas celulares, incluidas las neuronas y la neuroglia (52). La tiamina se relaciona con la incidencia y progresión de la EM, aunque este hallazgo solo ha sido validado en ensayos con modelos de ratones (17).

En cuanto al zinc, además de ser un cofactor en numerosas reacciones, este se encuentra de forma abundante en el cerebro, hace parte de la homeostasis del SNC y su funcionamiento normal, sobre todo en vesículas de neuronas presinápticas y plasticidad sináptica; su deficiencia se ha asociado con la inducción de apoptosis y los excesos con neurotoxicidad (17,53). Se ha reportado que el magnesio tiene características neuroprotectoras con respecto a los daños neuronales en la sustancia blanca del SNC; sin embargo, es incierto el mecanismo usado por este nutriente que interviene en más de 300 procesos metabólicos (17,27). El selenio, adicional a su papel relevante como cofactor de la enzima glutatión peroxidasa implicada en procesos de óxido-reducción, también se ha relacionado con tener un papel importante en la regulación de la migración, proliferación, activación de células inmunológicas (54). En cuanto al calcio, aunque todavía se desconoce la ruta, en modelos animales cuando tenían una dieta rica en calcio se obtenía un efecto

protector mayor de la vitamina D en la prevención de la enfermedad (27). La dieta con mayores beneficios fue un patrón nutricional saludable en la que se incluye un aporte importante de frutas y verduras y la dieta mediterránea, la cual, por su alto aporte de antioxidantes, grasas poliinsaturadas (sobre todo ácidos grasos omega-3), fibra, vitaminas y minerales, y la ausencia de nutrientes proinflamatorios como los carbohidratos concentrados, logró una reducción de la fatiga neurológica y de la fatiga aguda y crónica, en la escala de impacto de EM. En el primer episodio clínico desmielinizante, logró una mejoría en la calidad de vida y un menor nivel de discapacidad (23,29,33,34). Taylor et al. (31) encontraron que tomar suplementos de vitamina D < 5000 UI diarias se asoció con menor presencia de depresión, lo que no sucedía con dosis menores.

Bock et al. (35), en su estudio experimental, realizaron una intervención durante seis meses en la que encontraron que el índice de calidad de vida según el cuestionario *Múltiple Sclerosis Quality of Life-54* tenía una relación inversa con los genes proinflamatorios que fueron reducidos con dieta cetogénica al disminuir la expresión de la 5 lipoxigenasa y la ciclooxigenasa, los cuales tienen efecto en las enfermedades neuroinflamatorias, mientras que la reducción de calorías tuvo efecto en la reducción del IMC y los niveles de insulina. El papel de la 5 lipoxigenasa todavía es controversial, puesto que tanto en animales como en humanos no se han obtenido datos concluyentes.

Por último, la ingesta adecuada de micronutrientes puede contribuir a la prevención y progresión de la enfermedad, además de aportar al tratamiento de la sintomatología; no obstante, todavía se requieren estudios para determinar tanto los nutrientes directamente implicados como los mecanismos de acción.

Suplementos dietarios y herbales

Luego de revisar los artículos encontrados en este apartado, se obtuvo evidencia que posterior al diagnóstico médico de EM los pacientes inician la ingesta de suplementos dietarios o herbales, bien sea por convicción propia o por recomendaciones específicas del médico. Se debe tener en cuenta que estos pueden tener posibles efectos positivos en la salud, como el mejoramiento de la memoria, y efectos negativos, como la interacción negativa con algunos fármacos y toxicidad. O'Connor et al. (36) demostraron que el uso de equinácea puede afectar la eficacia o toxicidad de fármacos, los cuales son metabolizados en el citocromo P450; la equinácea se considera inmunoestimulante y puede interactuar con inmunosupresores. Así como la equinácea, se considera que la hierba de san juan disminuye la eficacia de la ciclofosfamida.

En el estudio realizado por Masullo et al. (37), se expuso que se debe estudiar con mayor rigurosidad la ingesta de nutrientes y las modificaciones dietéticas en este tipo de pacientes, en cuyo tratamiento los nutricionistas tienen una función importante, debido a que algunas dietas suelen ser limitantes o deficientes en algunos micronutrientes como vitamina A, D, C, E, ácido fólico, por lo que requieren de un acompañamiento individual con el fin de mantener un estado nutricional óptimo.

Ácidos grasos

Los ácidos grasos omega-3, en forma de DHA y EPA, son los nutrientes más investigados en torno a la EM. Estos ácidos grasos desempeñan funciones destacadas en la modulación inmune, puesto que inhiben marcadores proinflamatorios, reducen la síntesis del leucotrieno proinflamatorio B4 y la prostaglandina E2 disminuyendo la formación de eicosanoides proinflamatorios, dando como consecuencia la reducción de los radicales libres, lo cual podría llevar a menos recaídas (14). En cuanto al ALA, este puede disminuir los marcadores inflamatorios al intervenir en la vía inmunológica de la EM.

Por otro lado, EPA y DHA pueden reducir los niveles de metaloproteínasa de la matriz extracelular 9, la cual es una proteína marcadora de la migración de células inmunitarias hacia el SNC, ya que induce la ruptura de la barrera hematoencefálica hasta el punto de la degradación (55). Se ha encontrado que la suplementación permite una mejoría de $\geq 50\%$ en la Escala de Calificación de Depresión de Montgomery-Asberg y menos limitaciones motoras según la escala EDSS. La depresión incrementa la producción de citocinas proinflamatorias, que se acentúa aún más cuando las personas con EM pasan por una recaída. Debido a las características antes descritas de los ácidos grasos omega-3, se identificó una disminución en el riesgo de padecer depresión en aquellos pacientes que se suplementaban (31,32). Con respecto a la ingesta de alimentos, un bajo consumo de ácidos grasos poliinsaturados incrementa el riesgo de padecer EM, mientras que un consumo diario de aceite de bacalao desde la infancia o adolescencia se asoció con un menor riesgo (41).

Antioxidantes

El papel de los antioxidantes se centró en su poder antiinflamatorio evidenciado en los niveles de proteína C reactiva. Además de identificar menores niveles de antioxidantes totales, el selenio fue mucho menor en los pacientes con EM.

El selenio es uno de los antioxidantes más reconocidos por su función antiinflamatoria involucrado como componente activo en reacciones de oxidoreducción de diferentes enzimas como la glutatión peroxidasa, en las que protege las membranas del daño oxidativo. La disponibilidad del selenio se verá afectada por el medioambiente, es decir, por la concentración de este mineral en el suelo, y por la ingesta de azúcar refinada, debido a que puede lixiviar los minerales del cuerpo (44).

Aspectos alimentarios y nutricionales

El verbascósido es un compuesto al cual se le han observado propiedades antiinflamatorias, en especial, en las estructuras de las membranas de los fosfolípidos en contexto del ejercicio de resistencia, la enfermedad inflamatoria intestinal, las afecciones articulares y ahora en la EM. El efecto benéfico de este componente se ha visto reforzado por la correlación entre los ácidos grasos de la membrana y la proteína C reactiva, pues, como consecuencia del uso del verbascósido, los valores de dicha proteína fueron inferiores al grupo placebo (45).

Concentraciones séricas de nutrientes

Se determinó que las personas con EM suelen tener niveles sanguíneos más bajos de magnesio, vitamina K, vitamina B12, folato, hierro y zinc; el magnesio se relaciona con peores puntuaciones en la Escala de Estado de Discapacidad Extendida; la vitamina K, con un mayor número de ataques en el año, sobre todo en el nervio óptico, con un mayor déficit de esta vitamina en mujeres y con el aumento de la edad; la vitamina D es más deficiente en personas con EM avanzada (5 a 6 años) y mujeres, y la vitamina B12 infuye en la disminución de la función cognitiva y prevalente en personas con EM secundaria progresiva.

La homocisteína es un compuesto que se produce mediante el metabolismo de la metionina, en el que es eliminada por la conversión en cisteína (interviene la vitamina B6 como cofactor) o por remetilación de la metionina (la vitamina B12 y el folato son cofactores) (47). Cuando los niveles de homocisteína son elevados, hay una reducción en la S-adenosilmetionina, la cual interviene en las reacciones de metilación y de la homeostasis neuronal. Si hay hipometilación, se puede detener la remielinización y se desestabilizan las estructuras de la mielina; además, la homocisteína puede dar como resultado especies oxidativas reactivas, las cuales generan toxicidad neuronal, lo que conlleva

una necesidad aumentada de vitamina B12, vitamina B6 y folato como medida para eliminar la homocisteína, en especial, la vitamina B12 (46,47).

En cuanto al magnesio, los pacientes con EM suelen tener concentraciones más bajas en los tejidos del SNC y en órganos como el corazón, los pulmones, el riñón y el hígado, además este déficit de magnesio reduce la actividad de la enzima superóxido dismutasa cobre/zinc y síntesis de glutatión. En un estudio de Karpińska et al. (50), los pacientes en promedio ingirieron 240 mg/día/persona de magnesio (mucho menos de lo recomendado) y fueron más propensos a tener puntuaciones más altas de fatiga.

Respecto a los metales pesados, los niveles más altos fueron para plomo, cadmio, cobalto, aluminio y mercurio. Se debe resaltar que las concentraciones de estos metales pesados dependerán en gran parte de las características del aire, del suelo, del agua y de la resistencia de los seres vivos a estos contaminantes (49).

Esta revisión abarca la relación de varios nutrientes con la EM teniendo en cuenta tanto estudios observacionales como experimentales. Pese a los resultados, hay varios aspectos que se deben considerar para la interpretación de los resultados: varios datos obtenidos de los estudios observacionales fueron autodiligenciados y con percepciones propias del paciente; para ambos tipos de estudios el tamaño de la muestra, la distribución por sexo, las posibles variaciones entre las poblaciones y la ubicación geográfica pueden llevar a modificaciones de los resultados. En cuanto a los estudios experimentales, en algunos casos, el tiempo de intervención fue limitado. Tanto los síntomas presentes en la EM como las intervenciones nutricionales son diversas; sin embargo, la cantidad de investigación que se enfoca en una sola característica es insuficiente.

En conclusión, los pacientes con EM presentan un consumo por debajo de las recomendaciones, en especial, de tiamina, zinc, selenio y ácidos grasos poliinsaturados, este último es el más reportado. Su alimentación hasta el momento no debe cumplir con requerimientos especiales, solo es necesario obtener la ingesta diaria recomendada de todos los nutrientes y evitar las restricciones o dietas extremas. Niveles séricos más bajos comparados con los controles fueron descritos en la vitamina D, vitamina E, vitamina K, folato, B12, magnesio, hierro y zinc. Las personas con deficiencias de algunos de los nutrientes podrían beneficiarse de la suplementación. Una dieta dentro de un patrón similar al mediterráneo se correspondió con la disminución en la fatiga y menores tasas de recaída. Por su parte, altos niveles de

homocisteína fueron predictores de deterioro cognitivo. La deficiencia de vitamina K se relacionó con lesiones del nervio óptico. Las funciones antiinflamatorias, antioxidantes y reguladoras de los nutrientes, como los ácidos grasos poliinsaturados, el selenio, el zinc, el magnesio, la vitamina B12 y la vitamina K, contribuyen al manejo integral del paciente con EM. A pesar de los resultados, se requiere y se hace necesario un número mayor de estudios que permita precisar la efectividad y el impacto de la intervención nutricional según la evolución de la enfermedad.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan no presentar conflicto de intereses.

Referencias

1. Lucchinetti CF, Brück W, Rodríguez M, Lassmann H. Distinct patterns of multiple sclerosis pathology indicates heterogeneity in pathogenesis. *Brain Pathol.* 1996;6(3):259-74. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3639.1996.tb00854.x>
2. Jiménez C, Zarco L, Castañeda C, Otálora M, Martínez A, Rosselli D. Estado actual de la esclerosis múltiple en Colombia. *Acta Neurol Colomb.* 2015;31(4):385-90. <https://doi.org/10.22379/2422402256>
3. Hohlfeld R. Immunologic factors in primary progressive multiple sclerosis. *Mult Scler J.* 2004;10(3Suppl):S16-22. <https://doi.org/10.1191/1352458504ms1026oa>
4. Domínguez R, Morales M, Rossiere N, Olan R, Gutiérrez J. Esclerosis múltiple: revisión de la literatura médica. *Revista de la Facultad de Medicina (México).* 2012;55(5). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2012/un125e.pdf>
5. Federación Internacional de Esclerosis Múltiple -Atlas de EM - 3.a edición, 2020. [Citado 28 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.msif.org/wp-content/uploads/2020/10/Atlas-Epidemiology-report-Sept-2020-Final-ES.pdf>
6. Dilokthornsakul P, Valuck RJ, Nair KV, Corboy JR, Allen RR, Campbell JD. Multiple sclerosis prevalence in the United States commercially insured population. *Neurology.* 2016;86(11):1014-21. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002469>
7. Samkoff LM, Goodman AD. Symptomatic management in multiple sclerosis. *Neurol Clin.* 2011;29(2):449-63. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2011.01.008>
8. Ramanujam R, Hedström A-K, Manouchehrinia A, Alfredsson L, Olsson T, Bottai M, et al. Effect of Smoking Cessation on Multiple Sclerosis Prognosis. *JAMA Neurol.* 2015;72(10):1117. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2015.1788>
9. Houen G, Trier NH, Frederiksen JL. Epstein-Barr Virus and Multiple Sclerosis. *Front Immunol.* 2020;11:587078. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.587078>

Aspectos alimentarios y nutricionales

10. Fernández O, Álvarez-Cermeño JC, Arroyo-González R, Brieva LL, Calles-Hernández MC, Casanova-Estruch B, et al. Revisión de las novedades presentadas en el XXVII Congreso del Comité Europeo para el Tratamiento e Investigación en Esclerosis Múltiple (ECTRIMS) (I). *Rev Neurol*. 2012;54: 677-91. <https://doi.org/10.33588/rn.5411.2012204>
11. Penesová A, Dean Z, Kollár B, Havranová A, Imrich R, Vlček M, et al. Nutritional Intervention as an Essential Part of Multiple Sclerosis Treatment? *Physiol Res*. 2018;521-33. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933694>
12. Coe S, Cossington J, Collett J, Soundy A, Izadi H, Ovington M, et al. A randomised double-blind placebo-controlled feasibility trial of flavonoid-rich cocoa for fatigue in people with relapsing and remitting multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2019;90(5):507-13. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2018-319496>
13. Berezowska M, Coe S, Dawes H. Effectiveness of Vitamin D Supplementation in the Management of Multiple Sclerosis: A Systematic Review. *Int J Mol Sci*. 2019;20(6):1301. <https://doi.org/10.3390/ijms20061301>
14. Martínez-Lapiscina EH, Mahatanan R, Lee C-H, Charoenpong P, Hong J-P. Associations of serum 25(OH) vitamin D levels with clinical and radiological outcomes in multiple sclerosis, a systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci*. 2020;411:116668. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2020.116668>
15. AlAmmar WA, Albeesh FH, Ibrahim LM, Algindan YY, Yamani LZ, Khattab RY. Effect of omega-3 fatty acids and fish oil supplementation on multiple sclerosis: a systematic review. *Nutr Neurosci*. 2019;1-11. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2019.1659560>
16. Sedighyan M, Djafarian K, Dabiri S, Abdolahi M, Shab-Bidar S. The effects of omega-3 supplementation on the expanded disability status scale and inflammatory cytokines in multiple sclerosis patients: A systematic review and meta-analysis. *CNS Neurol Disord - Drug Targets*. 2019;18(7):523-9. <https://doi.org/10.2174/1871527318666190516083008>
17. Armon-Omer A, Waldman C, Simaan N, Neuman H, Tamir S, Shahien R. New insights on the nutrition status and antioxidant capacity in multiple sclerosis patients. *Nutrients*. 2019;11(2):427. <https://doi.org/10.3390/nu11020427>
18. Akbulut G, Orhan G, Gurkas E, Sanlier N, Gezmen-Karadag M, Karadag YS, et al. Determination of nutritional status via Food Frequency Consumption (FFQ) and serum proteins and anemia parameters in Multiple Sclerosis (MS) patients. *Gazi Med J*. 2014;25(4):128-31. <https://doi.org/10.12996/gmj.2014.40>
19. Mowry EM, Azevedo CJ, McCulloch CE, Okuda DT, Lincoln RR, Waubant E, et al. Body mass index, but not vitamin D status, is associated with brain volume change in MS. *Neurology*. 2018;91(24):e2256-64. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000006644>
20. Redondo Robles L, Pintor de la Maza B, Tejada García J, García Vieitez JJ, Fernández Gómez MJ, Barrera Mellado I, et al. Nutritional profile of multiple sclerosis. *Nutr Hosp*. 2019;36(2):340-9. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2023>
21. Riccio P, Rossano R, Larocca M, Trotta V, Mennella I, Vitaglione P, et al. Anti-inflammatory nutritional intervention in patients with relapsing-remitting and primary-progressive multiple sclerosis: A pilot study. *Exp Biol Med Maywood NJ*. 2016;241(6):620-35. <https://doi.org/10.1177/1535370215618462>
22. Hejazi E, Amani R, SharafodinZadeh N, Cheraghian B. Comparison of Antioxidant Status and Vitamin D Levels between Multiple Sclerosis Patients and Healthy Matched Subjects. *Mult Scler Int*. 2014;2014:539854. <https://doi.org/10.1155/2014/539854>
23. Moravejolahkami AR, Paknahad Z, Chitsaz A. Association of dietary patterns with systemic inflammation, quality of life, disease severity, relapse rate, severity of fatigue and anthropometric measurements in MS patients. *Nutr Neurosci*. 2019;1-11. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2019.1580831>
24. Fitzgerald KC, Tyry T, Salter A, Cofield SS, Cutter G, Fox RJ et al. A survey of dietary characteristics in a large population of people with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 2018;22:2-8. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2018.02.019>

25. Leong EM, Semple SJ, Angley M, Siebert W, Petkov J, McKinnon RA. Complementary and alternative medicines and dietary interventions in multiple sclerosis: What is being used in South Australia and why? *Complement Ther Med*. 2009;17(4):216-23. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2009.03.001>
26. Mraish JH, Takruri HR. Evaluation of macronutrient intake of a group of multiple sclerosis patients in Jordan. *Pak J Nutr*. 2016;15(8):763-70. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.763.770>
27. Ramsaransing GSM, Mellema SA, De Keyser J. Dietary patterns in clinical subtypes of multiple sclerosis: an exploratory study. *Nutr J*. 2009;8(36)1-6. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-8-36>
28. Cortese M, Chitnis T, Ascherio A, Munger KL. Total intake of different minerals and the risk of multiple sclerosis. *Neurology*. 2019;92(18):e2127-35. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000006800>
29. Hadgkiss EJ, Jelinek GA, Weiland TJ, Pereira NG, Marck CH, van der Meer DM. The association of diet with quality of life, disability, and relapse rate in an international sample of people with multiple sclerosis. *Nutr Neurosci*. 2015;18(3):125-36. <https://doi.org/10.1179/1476830514Y.0000000117>
30. Black LJ, Rowley C, Sherriff J, Pereira G, Ponsonby A-L, Lucas RM. A healthy dietary pattern associates with a lower risk of a first clinical diagnosis of central nervous system demyelination. *Mult Scler J*. 2019;25(11):1514-25. <https://doi.org/10.1177/1352458518793524>
31. Taylor KL, Hadgkiss EJ, Jelinek GA, Weiland TJ, Pereira NG, Marck CH, et al. Lifestyle factors, demographics and medications associated with depression risk in an international sample of people with multiple sclerosis. *BMC Psychiatry*. 2014;14(327). <https://doi.org/10.1186/s12888-014-0327-3>
32. Taylor KL, Simpson S, Jelinek GA, Neate SL, De Livera AM, Brown CR, et al. Longitudinal associations of modifiable lifestyle factors with positive depression-screen over 2.5-years in an international cohort of people living with multiple sclerosis. *Front Psychiatry*. 2018;9:526. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00526>
33. Katz Sand I, Benn EKT, Fabian M, Fitzgerald KC, Digga E, Deshpande R, et al. Randomized-controlled trial of a modified Mediterranean dietary program for multiple sclerosis: A pilot study. *Mult Scler Relat Disord*. 2019;36:101403. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.101403>
34. Yadav V, Marracci G, Kim E, Spain R, Cameron M, Overs S, et al. Low-fat, plant-based diet in multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord*. 2016;9:80-90. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2016.07.001>
35. Bock M, Karber M, Kuhn H. Ketogenic diets attenuate cyclooxygenase and lipoxygenase gene expression in multiple sclerosis. *EBioMedicine*. 2018;36:293-303. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2018.08.057>
36. O'Connor K, Weinstock-Guttman B, Carl E, Kilanowski C, Zivadinov R, Ramanathan M. Patterns of dietary and herbal supplement use by multiple sclerosis patients. *J Neurol*. 2012;259(4):637-44. <https://doi.org/10.1007/s00415-011-6226-3>
37. Masullo L, Papas MA, Cotugna N, Baker S, Mahoney L, Trabulsi J. Complementary and alternative medicine use and nutrient intake among individuals with multiple sclerosis in the United States. *J Community Health*. 2015;40(1):153-60. <https://doi.org/10.1007/s10900-014-9913-z>
38. Lieben CK, Blokland A, Deutz NE, Jansen W, Han G, Hupperts RM. Intake of tryptophan-enriched whey protein acutely enhances recall of positive loaded words in patients with multiple sclerosis. *Clin Nutr*. 2018;37(1):321-8. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.12.029>
39. Bjørnevik K, Chitnis T, Ascherio A, Munger KL. Polyunsaturated fatty acids and the risk of multiple sclerosis. *Mult Scler*. 2017;23(14):1830-8. <https://doi.org/10.1177/1352458517691150>

Aspectos alimentarios y nutricionales

40. Hoare S, Lithander F, Van Der Mei I, Ponsonby A-L, Lucas R, Chapman C, et al. Higher intake of omega-3 polyunsaturated fatty acids is associated with a decreased risk of a first clinical diagnosis of central nervous system demyelination: Results from the Ausimmune Study. *Mult Scler*. 2016;22(7):884-92. <https://doi.org/10.1177/1352458515604380>
41. Cortese M, Riise T, Bjørnevik K, Holmøy T, Kampman MT, Magalhaes S, et al. Timing of use of cod liver oil, a vitamin D source, and multiple sclerosis risk: The EnvIMS study. *Mult Scler J*. 2015;21(14):1856-64. <https://doi.org/10.1177/1352458515578770>
42. Shinto L, Marracci G, Mohr DC, Bumgarner L, Murchison C, Senders A, et al. Omega-3 Fatty Acids for Depression in Multiple Sclerosis: A Randomized Pilot Study. Matsuoka YJ, editor. *PLOS ONE*. 2016;11(1):e0147195. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147195>
43. Torkildsen Ø, Wergeland S, Bakke S, Beiske AG, Bjerve KS, Hovdal H, et al. ω -3 fatty acid treatment in multiple sclerosis (OFAMS study): A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Arch Neurol*. 2012;69(8):1044-51. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2012.283>
44. Socha K, Kochanowicz J, Karpińska E, Soroczyńska J, Jakoniuk M, Mariak Z, et al. Dietary habits and selenium, glutathione peroxidase and total antioxidant status in the serum of patients with relapsing-remitting multiple sclerosis. *Nutr J*. 2014;13:62. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-62>
45. Mauriz E, Laliena A, Vallejo D, Tuñón MJ, Rodríguez-López JM, Rodríguez-Pérez R, et al. Effects of a low-fat diet with antioxidant supplementation on biochemical markers of multiple sclerosis long-term care residents. *Nutr Hosp*. 2013;28(6):2229-35. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6983>
46. Moghaddasi M, Mamarabadi M, Mohebi N, Razjouyan H, Aghaei M. Homocysteine, vitamin B12 and folate levels in Iranian patients with Multiple Sclerosis: a case control study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115(9):1802-5. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2013.05.007>
47. Kocer B, Engur S, Ak F, Yilmaz M. Serum vitamin B12, folate, and homocysteine levels and their association with clinical and electrophysiological parameters in multiple sclerosis. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas*. 2009;16(3):399-403. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2008.05.015>
48. Fahmy EM, Elfayoumy NM, Abdelalim AM, Sharaf SA-A, Ismail RS, Elshebawy H. Relation of serum levels of homocysteine, vitamin B12 and folate to cognitive functions in multiple sclerosis patients. *Int J Neurosci*. 2018;128(9):835-41. <https://doi.org/10.1080/00207454.2018.1435538>
49. Moradi A, Honarjoo N, Etemadifar M, Fallahzade J. Bio-accumulation of some heavy metals in blood serum of residents in Isfahan and Shiraz, Iran. *Environ Monit Assess*. 2016;188(5). <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5217-3>
50. Karpińska E, Socha K, Soroczyńska J, Kochanowicz J, Jakoniuk M, Mariak Z, et al. Concentration of magnesium in the serum and the ability status of patients with relapsing-remitting multiple sclerosis. *J Elem*. 2017;22(2):671-9. <https://doi.org/10.5601/jelem.2016.21.4.1156>
51. Lasemi R, Kundi M, Moghadam NB, Moshammer H, Hainfellner JA. Vitamin K2 in multiple sclerosis patients. *Wien Klin Wochenschr*. 2018;130(9-10):307-13. <https://doi.org/10.1007/s00508-018-1328-x>
52. Kennedy DO. B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy--A Review. *Nutrients*. 2016;8(2):68. <https://doi.org/10.3390/nu8020068>
53. Adamo AM, Zago MP, Mackenzie GG, Aimo L, Keen CL, Keenan A, et al. The Role of Zinc in the Modulation of Neuronal Proliferation and Apoptosis. *Neurotox Res*. 2010;17(1):1-14. <https://doi.org/10.1007/s12640-009-9067-4>
54. Avery J, Hoffmann P. Selenium, Selenoproteins, and Immunity. *Nutrients*. 2018;10(9):1203. <https://doi.org/10.3390/nu10091203>
55. Shinto L, Marracci G, Baldauf-Wagner S, Strehlow A, Yadav V, Stuber L, et al. Omega-3 fatty acid supplementation decreases matrix metalloproteinase-9 production in relapsing-remitting multiple sclerosis. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2009;80(2-3):131-6. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2008.12.001>

REVISIÓN

Clorhidrato de creatina versus monohidrato de creatina. Diferencias en solubilidad, efectos ergogénicos y composición corporal

DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a06

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA
ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
Vol. 24 N.º 2, julio-diciembre de 2022, pp. 233-246.

Artículo recibido: 19 de mayo de 2021

Aprobado: 11 de noviembre de 2022

Murillo Zapata-Marcelo^{1*}; Cardona Gil-Claudia²;
Acosta Bermúdez-Laura³

Resumen

Antecedentes: la creatinina monohidratada ha sido ampliamente estudiada en el rendimiento deportivo. Desde hace poco, se han explorado otras moléculas que suponen resultados superiores, como el clorhidrato de creatina, que promete tener una mejor solubilidad y beneficios similares en el rendimiento deportivo y la composición corporal. **Objetivo:** presentar las diferencias entre creatinina monohidratada y clorhidrato de creatina en términos de solubilidad, rendimiento deportivo y composición corporal. **Materiales y métodos:** revisión de artículos científicos en humanos y animales, publicados entre el 2009 y el 2020. **Resultados:** en relación con la solubilidad y las propiedades químicas, el clorhidrato de creatina tiene mayor peso molecular, solubilidad, absorción y biodisponibilidad, y menor pH, efectos adversos y dosis para lograr efectos ergogénicos que la creatina monohidrato. Respecto al rendimiento deportivo y composición corporal, ambas moléculas presentaron mejoras en el rendimiento y fuerza máxima. No todos los estudios mostraron disminución en la masa grasa para clorhidrato de creatina, la cual presentó menor retención intramuscular de agua. **Conclusión:** existe una tendencia a favor del clorhidrato de creatina respecto a la solubilidad y la composición corporal. No se encontró evidencia suficiente para concluir que sus efectos en el rendimiento deportivo, sobre todo en términos de fuerza, sean superiores a los del clorhidrato de creatina.

Palabras clave: creatina, fuerza muscular, rendimiento atlético, suplementos dietéticos, adiposidad, composición corporal, efectos ergogénicos.

1* Autor de correspondencia. Nutricionista dietista, Universidad de Antioquia, Colombia. Mg. Nutrición Deportiva, Universidad CES, Colombia. Docente Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Oriente. cristian.murillo6384@uco.net.co

2 Nutricionista dietista, Universidad de Antioquia, Colombia. Mg. Nutrición Deportiva, Universidad CES, Colombia.

3 Médica y cirujana, Universidad de Antioquia, Colombia. Mg. Nutrición Deportiva, Universidad CES, Colombia.

Cómo citar este artículo: Murillo Zapata M, Cardona Gil C, Acosta Bermúdez L. Clorhidrato de creatina versus monohidrato de creatina. Diferencias en solubilidad, efectos ergogénicos y composición corporal. Perspect Nutr Humana. 2022;24:233-46. DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a06



Creatine Hydrochloride Versus Creatine Monohydrate. Differences in Solubility, Ergogenic Effects, and Body Composition

Abstract

Background: Creatinine monohydrate has been extensively studied in sports performance. Other molecules that promise superior results have recently been explored, such as creatine hydrochloride, which promises to have better solubility and similar benefits in sports performance and body composition. **Objective:** To present the differences between creatinine monohydrate and creatine hydrochloride in terms of solubility, sports performance, and body composition. **Materials and Methods:** Review of scientific articles on humans and animals, published between 2009 and 2020. **Results:** In relation to solubility and chemical properties, creatine hydrochloride has higher molecular weight, solubility, absorption, and bioavailability; and lower pH, adverse effects, and dose to achieve ergogenic effects than creatine monohydrate. Regarding sports performance and body composition, both molecules presented improvements in performance and maximum strength. Not all studies showed a decrease in fat mass for creatine hydrochloride, which presented less intramuscular water retention. **Conclusion:** There is a trend in favor of creatine hydrochloride regarding solubility and body composition. Sufficient evidence was not found to conclude that its effects on sports performance, specifically in terms of strength, are superior to those of creatinine monohydrate.

Keywords: Creatine, muscle strength, athletic performance, dietary supplements, adiposity, body composition, ergogenic effects.

INTRODUCCIÓN

Con el importante desarrollo de las ciencias de la nutrición y la salud aplicadas al deporte, el uso de suplementos deportivos es cada vez más común, no solo en deportistas profesionales, sino también en población físicamente activa, y en ciertas condiciones clínicas (1-5). Una de las sustancias más usadas y estudiadas a este respecto es sin duda el monohidrato de creatina (MC) (6,7), de la que se estima que solo en los Estados Unidos se consumen más de cuatro millones de kilogramos cada año (8).

La creatina es un compuesto dietario que se obtiene de forma exógena de los alimentos fuentes de proteína animal, sobre todo de pescados y carnes rojas (6,9), pero que puede producirse en el hígado por medio de procesos endógenos, en una cadena de reacciones que implica la participación

de arginina, glicina y metionina como aminoácidos precursores (10). Una vez absorbida, la creatina se almacena en pequeñas cantidades en el cerebro, los riñones, el hígado y las gónadas masculinas, pero cerca del 95 % es almacenada en el músculo esquelético (5,11), alrededor del 60 % está en forma de fosfocreatina y el 40 % restante en forma libre (9,12). La fosfocreatina constituye una fuente rápida de energía para la célula muscular, ya que en fracción de segundos puede ser transformada en adenosín trifosfato (ATP) en el proceso que se conoce como vía de los fosfágenos, la cual es el sistema energético predominante en esfuerzos intensos de corta duración (5,6,9). La función de la creatina muscular libre es, entonces, facilitar la reposición y la conservación de las concentraciones adecuadas de fosfocreatina con el fin de garantizar el sustrato necesario para un nuevo ciclo de síntesis y gasto de ATP.

Dada su función fundamental para mantener la disponibilidad de ATP, se han probado beneficios ergogénicos como aumento de la masa libre de grasa, aumento de la fuerza máxima y mejoras en estímulos intermitentes (7,9,10,13); además, recientemente, en el campo de la recuperación entre sesiones (14), beneficios en el proceso de reintegro después de lesiones deportivas (4) y en algunas poblaciones clínicas con enfermedades específicas, ya que también se ha relacionado con beneficios similares para la función cerebral y el procesamiento cognitivo con la suplementación con creatina (1,15-19).

En vista de los múltiples beneficios descritos y la amplia evidencia científica, cada vez es mayor la popularidad del MC como la isoforma más consumida. Por esta razón, la industria de los suplementos ha optado por introducir nuevas moléculas de creatina en el mercado, con el argumento de que brinda una mayor eficacia y mejores propiedades fisicoquímicas como la solubilidad y la biodisponibilidad (20). Una de estas moléculas, objeto de esta revisión, es el clorhidrato de creatina (CLCH), que constituye un análogo con mayor permeabilidad en el tracto gastrointestinal, y que es, según algunos autores, hasta 41 veces más soluble en agua que el MC (21). De esta manera, la cantidad de agua necesaria para su dilución es significativamente menor; en estos términos, para diluir entre 5 y 10 g de MC, se requieren de 400 a 600 ml de agua aproximadamente, mientras que para lograr la solubilidad de la misma cantidad de CLCH solo son necesarios 21 ml. Estos hechos suponen una menor retención hídrica y una mejor absorción de la creatina vía oral. Por lo tanto, es posible considerar una menor presencia de efectos gastrointestinales y una menor cantidad del suplemento para repletar los depósitos musculares y conseguir los efectos deseados (21). No obstante, hay pocos estudios que comparen los

dos tipos de creatina, y la evidencia acerca de estos posibles beneficios es aún controversial.

Con todo ello, el propósito de este estudio fue analizar en la literatura disponible el comportamiento de las moléculas de creatina: MC y CLCH, con el fin de presentar las diferencias entre ambas moléculas en términos de solubilidad, rendimiento deportivo y composición corporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación, se realizó una revisión narrativa de la literatura en las siguientes bases de datos: ScienceDirect, PubMed, BVS, Lilax, ACS, Ovid y Google Scholar, utilizando los siguientes términos para la búsqueda: “creatina” (*creatine*), “monohidrato” (*monohydrate*), “clorhidrato” (*hydrochloride*), “análogos” (*analogous*), “nutrición” (*nutrition*), “rendimiento” (*performance*), “ergogénico” (*ergogenic*), “composición corporal” (*body composition*), “experimento” (*experiment*), en forma conjunta con los operadores booleano “AND” “OR”, con el fin de hallar contenido específico para el objetivo de la investigación.

La búsqueda se extendió a todos los campos de las publicaciones (título, palabras clave, resumen y contenido) y fueron incluidos documentos escritos en inglés y español con acceso a texto completo. Se tuvieron en cuenta todos los diseños metodológicos, diferentes a revisiones de literatura, llevados a cabo *in vitro* o *in vivo* (con animales o humanos), publicados entre el 2009 y el 2020.

Tras la búsqueda, se obtuvieron 317 resultados, que fueron filtrados por título y resumen, y tras eliminar los artículos duplicados, quedaron seleccionados 45 artículos a los que se les hizo lectura crítica y se excluyeron los estudios que asociaron la creatina a otras moléculas o suplementos para

Clorhidrato vs. monohidrato de creatina

su investigación. La muestra final quedó con siete documentos que cumplían los criterios de inclusión para esta revisión (Figura 1).

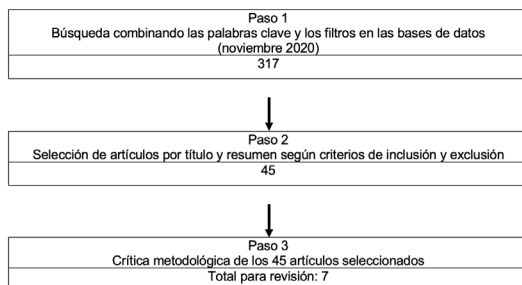


Figura 1. Resultados de la estrategia de búsqueda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología y los principales resultados de cada uno de los siete artículos seleccionados se presentan en la tabla 1.

De los artículos analizados, dos se basaron en la solubilidad y propiedades fisicoquímicas del CLCH (uno de ellos realizado en células humanas *in vitro*, y el otro, en modelo animal). Con respecto a los efectos ergogénicos, se hallaron cinco publicaciones (tres artículos y dos tesis universitarias) cuyo propósito se relacionó con el rendimiento deportivo tras la suplementación con el CLCH. Uno de estos estudios incluyó mujeres, en otro se realizaron mediciones de hormonas (cortisol y testosterona) y en tres de ellos se evaluaron cambios en la composición corporal.

Después de la lectura crítica de los artículos seleccionados, emergieron dos temas como tópicos importantes: 1) solubilidad y propiedades químicas y 2) rendimiento deportivo y composición corporal, estos se presentan a continuación.

Solubilidad y propiedades químicas

Según la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva, el monohidrato es la forma química de creatina, no solo la más estudiada, sino también la más

efectiva en términos de aumento de la masa muscular y efectos ergogénicos (1). A pesar de que las reacciones adversas relacionadas con su uso son escasas, se pueden presentar síntomas gastrointestinales, sobre todo en las fases en las que se administra una mayor concentración del suplemento, conocidas como fase de carga, debido a que el MC es una molécula que no presenta una gran solubilidad acuosa y la ingesta hídrica requerida durante su consumo es alta. Si no se tiene en cuenta este parámetro, la absorción gastrointestinal puede ser limitada (22-27); por esta razón, se ha comercializado la creatina CLCH como una forma análoga que, según su patente de desarrollo, “tiene una solubilidad hídrica por lo menos 15 veces mayor, y dada su mejorada biodisponibilidad, su consumo se traduce en menores dosis para alcanzar efectos ergogénicos con escasos efectos secundarios comparados con las formas anteriores de creatina” (28).

A partir de estas afirmaciones, se han estudiado las características fisicoquímicas que comprenden la CLCH. Dentro de estas se incluye la solubilidad, considerada la propiedad macroscópica utilizada para el análisis de las interacciones moleculares involucradas en los procesos de dilución (29).

Varios investigadores han desarrollado trabajos sobre este tema, tal es el caso Alraddadi et al. (30), quienes realizaron un estudio en dos grupos de ratones, con el fin de medir el tiempo y las concentraciones de creatina tanto a nivel tisular como plasmático. Para ello, administraron dosis de MC desde 10 mg/kg hasta 70 mg/kg, disueltas en solución salina y administradas en dosis de 1 ml/kg mediante sonda oral en uno de los grupos y 10 mg/kg en bolos intravenosos en el otro. También tomaron muestras de sangre de 0,2 ml cada una en los minutos 0 y 20 después de la administración de la creatina y muestras de tejido muscular, cerebral y plasma, las cuales fueron evaluadas por cromatografía líquida y espectrometría de masas en tándem.

Tabla 1. Resultados de los artículos incluidos en la revisión.

Autor y año	País	Objetivo	Metodología	Conclusión
de França et al., 2015 (21).	Brasil	Comparar los efectos de 2 dosis diferentes de CLCH vs. MC en la fuerza y composición corporal de levantadores de pesas recreativos, y verificar la relación entre la fuerza y la composición corporal.	Diseño: Ensayo clínico controlado aleatorizado. Metodología: 40 sujetos se dividieron en 4 grupos: MC 5 g/día; CLCH-1 5 g/día, CLCH-2 1,5 g/día y Grupo de control (CG) = 5g de almidón resistente/día. Todos los grupos realizaron un programa de entrenamiento de fuerza durante 4 semanas. Se evaluó la composición y la fuerza antes y después de la intervención.	CLCH y MC mejoran el rendimiento, pero solo CLCH induce cambios en la composición corporal en levantadores de pesas recreativos con diferencias entre las dosis de CLCH.
Tayebi et al., 2020 (23).	Irán	Investigar el efecto de CLCH en vs MC en el rendimiento físico y los niveles plasmáticos de testosterona y cortisol en hombres jóvenes entrenados.	Diseño: ensayo clínico. Metodología: la población constó de 36 sujetos sanos seleccionados por conveniencia; se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos (G1: 20 g de MC, G2: 3 g de MC, G3: 3 g de CLCH y G4: placebo) por una semana. Se hicieron pruebas físicas y se tomó cortisol (C) y testosterona (T) en sangre.	No hubo diferencias significativas entre los efectos de 3 y 20 g de MC y 3 g de CLCH sobre la fuerza, potencia, niveles plasmáticos de T, C, y proporción T/C.
Alraddadi, 2018 (30).	Canadá	Determinar la biodisponibilidad oral de MC y la influencia de la dosis en la absorción.	Diseño: Ensayo experimental en modelo animal. Metodología: se dosificaron ratas por vía oral con dosis bajas (10 mg/kg) o dosis altas (70 mg/kg) de MC. Se tomaron muestras de sangre, de tejido muscular y cerebral.	La biodisponibilidad oral de MC es menor y depende de la dosis.
Caroline Ayme Fernandes Yoshioka et al. 2019 (39)	Brasil	Comparar los efectos de CLCH vs. MC sobre el rendimiento y la composición corporal en atletas olímpicos de gimnasia.	Diseño: Ensayo clínico aleatorizado doble ciego. Metodología: 11 hombres fueron suplementados inicialmente con MC 5 g/día por 30 días, luego un mes de "periodo de lavado" con placebo, y finalmente 30 días más con 1,5 g de CLCH por 30 días.	Ambas moléculas mejoraron la fuerza en los sujetos evaluados, pero solo el CLCH permitió este efecto sin retención hídrica.
McDonough et al., 2017 (42)	Idaho, Estados Unidos	Examinar los efectos agudos de la suplementación oral con CLCH en la fuerza y la composición corporal.	Diseño: Ensayo clínico. Metodología: 15 hombres entrenados en fuerza completaron 1RM de press de banca y salto vertical después de 7 días de suplementación con 4 g de CLCH, igualmente se evaluó la composición corporal (peso corporal, masa libre de grasa y masa grasa).	La suplementación con CLCH aumentó de forma significativa el rendimiento en las pruebas físicas realizadas, sin diferencias en la masa grasa y la masa libre de grasa.
Reuland, 2016 (43).	Ohio, Estados Unidos	Determinar si una dosis única de CLCH pre-ejercicio aumentaría el TTV (volumen total de entrenamiento), y si afecta en igual proporción a hombres y mujeres.	Diseño: Ensayo clínico aleatorizado Metodología: 18 hombres y 17 mujeres con experiencia de mínimo dos años en deportes de fuerza, ingirieron un placebo o una sola dosis única de 0,033 g/kg de peso corporal de CLCH y posteriormente se evaluó el TTV para press de banca con barra de peso libre y press de piernas inclinado.	Una dosis única de CLCH no tuvo un efecto significativo en el aumento de TTV, sin embargo, hubo diferencia significativa a favor del grupo femenino, al comparar el TTV de hombre y mujeres suplementados

Clorhidrato vs. monohidrato de creatina

Gufford, 2010 (49).	Estados Unidos	solubilidades acuosas y coeficientes de partición de seis sales de creatina (piruvato, citrato, clorhidrato, mesilato, maleato, hemisulfato).	Diseño: experimental en línea celular. Metodología: a través de diferentes métodos de laboratorio se determinaron las propiedades de las diferentes sales incluyendo el CLCH: espectrometría (a través de resonancia magnética nuclear), análisis elemental, determinación del punto de fusión por calorimetría, concentración de creatina en cada sal por medio de la absorbancia UV y finalmente permeabilidad usando células de intestino humanas derivada de un carcinoma de colon humano (Caco-2).	El CLCH tiene una solubilidad acuosa mejorada lo que podría resultar en mayor biodisponibilidad, efectos adversos reducidos, y una gama más amplia de aplicaciones terapéuticas.
---------------------	----------------	---	--	--

Para los resultados, se comparó la MC y la CLCH por medio de un modelo farmacocinético simulado. En este proceso se encontró que la biodisponibilidad absoluta para la MC fue del 53 % cuando se ofrecían dosis más pequeñas, mientras que, a una dosis mayor, la biodisponibilidad solo representó el 16 %; además, se encontró que la concentración plasmática de CLCH fue aproximadamente de 35 µg/ml, en comparación con los 14 µg/ml para la MC. Así, se evidenció una biodisponibilidad oral prevista del 66 % para la CLCH en comparación con el 17 % de la MC. Es importante resaltar que durante el estudio se midieron los niveles plasmáticos de creatinina relativos al uso de la creatina, y en estas mediciones se evidenció que no hubo cambios detectables de este metabolito, a pesar del aumento sustancial de la MC (30).

Datos adicionales fueron hallados por Gufford et al. (31), quienes realizaron un trabajo de laboratorio en el que compararon diferentes sales de creatina incluyendo el CLCH y probaron sus propiedades fisicoquímicas comparadas con el MC. Estos investigadores encontraron que efectivamente el CLCH tuvo una proporción de solubilidad a 25 °C, 37,9 veces mayor. Al mismo tiempo, los autores determinaron la permeabilidad de cada isoforma usando células de intestino humanas derivadas de un carcinoma de colon (Caco-2). Fue posible confirmar que no hubo diferencias significativas en los coeficientes de permeabilidad para ningun-

na de las moléculas examinadas cuando fueron comparadas entre ellas, pero sí hubo mejoría con respecto al MC, del que se calcula una absorción tan solo del 20 al 40 % (12). Según los autores, estos resultados concuerdan con estudios anteriores (31), en los que también en líneas celulares Caco-2 encontraron que “cuando la creatina se colocó en un estado altamente ácido (CLCH), la cantidad de creatina absorbida por los intestinos aumentó en un 60 %, debido a la mejora en términos de solubilidad y mayor permeabilidad en estas condiciones ácidas, comparado con el MC, que es de naturaleza más básica”.

Puede decirse entonces, según la información arrojada por los estudios de Alraddadi et al. (30) y Gufford (31), que el CLCH tiene ventajas fisicoquímicas en términos de absorción en comparación con el MC, y esto en parte puede explicarse por el hecho de que la creatina tenga una estructura similar a la de los aminoácidos, por lo que puede atravesar las células intestinales mediante transportadores peptídicos, transportadores especializados o incluso por vía paracelular (26,32,33). Pero en su forma monohidratada, por su peso molecular (131 g·mol⁻¹), su carga positiva y su coeficiente aproximado de partición de -2,7, su capacidad para eludir el epitelio intestinal es muy baja en comparación con la del clorhidrato CLCH (28); además, el pH de saturación más ácido de la molécula análoga puede favorecer los procesos de absorción en el medio

intestinal. Sin embargo, es necesario el desarrollo de investigaciones futuras realizadas en humanos en condiciones fisiológicas, y al ser confirmadas las mejoras en absorción, debidas a la mayor solubilidad del CLCH, los usos de la creatina podrían beneficiar no solo a los deportistas y a la población físicamente activa, sino también a ciertas poblaciones clínicas, en condiciones patológicas como la enfermedad de Huntington, en las que grandes dosis del suplemento deben ser administradas y no siempre son toleradas por los pacientes, pues debido a la limitada absorción son comunes los síntomas gastrointestinales.

Rendimiento deportivo y composición corporal

Como ya se ha mencionado, el MC ha sido ampliamente estudiado por sus efectos ergogénicos, con ventajas demostradas sobre todo en deportes intermitentes y estímulos de fuerza máxima; además, es aceptado como un suplemento de categoría A por el Instituto Australiano del Deporte. Con todo ello, algunos investigadores se han preguntado si dichos resultados pueden ser igualados o mejorados con una molécula teóricamente más soluble como el CLCH, tal es el caso de Tayebi et al. (23), quienes compararon los efectos de la suplementación con ambas moléculas en un grupo de 36 sujetos moderadamente entrenados en fuerza, en lo que constituyó un estudio doble ciego controlado en el que se repartieron los sujetos en cuatro grupos con distintos protocolos de suplementación durante una semana (Grupo1: 20 g de MC, Grupo2: 3 g de MC, Grupo3: 3 g de CLCH y Grupo4: placebo). Al final de la intervención, se encontró que no hubo diferencias en los niveles plasmáticos de testosterona y cortisol por separado, ni en la relación entre ellas (testosterona/cortisol) cuando se hizo la comparación entre grupos; sin embargo, el grupo de 20 g de MC sí tuvo cambios en cuanto a los valores pre y postest. Para el análisis de estos datos, debe tenerse en cuenta que trabajos previos no han mostrado cambios

hormonales significativos con el uso de este suplemento (32,39) y que para explicar esta variabilidad es necesario contemplar factores como la edad, el tipo de entrenamiento, la suplementación, entre otros que no son claros en el trabajo de estos autores y que pueden generar variación de las cifras hormonales.

Por otro lado, en cuanto a las condiciones físicas evaluadas, ninguno de los grupos mostró cambios considerables en el índice de fatiga; con respecto a la fuerza (potencia máxima, potencia mínima y potencia media), todos los sujetos presentaron mejoras en fuerza, pero solo el grupo de 20 g de MC mostró diferencias significativas en valores pre y postest, lo que en parte puede ser explicado porque el tiempo de seguimiento fue solo por una semana y esto puede no ser suficiente para lograr una repleción completa de los depósitos musculares de creatina cuando no se implementan protocolos de carga como una forma de acelerar la aparición de los efectos de la suplementación (1). Tal fue el caso de los demás grupos (3g de CLCH y 3g de MC). Adicionalmente, los datos obtenidos pueden estar influenciados por un tiempo de seguimiento corto para conseguir adaptaciones a un programa de entrenamiento de fuerza bien estructurado, que según la evidencia tomaría mínimo de tres a cinco semanas para evidenciar resultados significativos en sujetos moderadamente entrenados (36-38).

Resultados afines fueron encontrados por Yoshioka et al. (39), quienes compararon el efecto de ambas moléculas de creatina en el rendimiento y la composición corporal de 11 gimnastas del equipo olímpico brasileño, por medio de un protocolo en el que cada atleta recibió 5 g de MC durante 30 días, seguido por lo que los autores denominan "período de lavado", que consistió en 30 días de suministro de placebo, para finalizar con 30 días más de suplementación con 1,5 g de CLCH. Al final de la intervención, los autores concluyeron que

Clorhidrato vs. monohidrato de creatina

ambos protocolos mejoraron el rendimiento en una repetición máxima de press de banca y prensa de pierna sin diferencias significativas entre ellos. En cuanto a la composición corporal, ambas moléculas de creatina mostraron disminución en el porcentaje graso de los atletas (MC $7,08 \pm 1,74$ pre y $6,18 \pm 1,39$ pos; $p = 0,04$) y (CLCH $5,28 \pm 1,44$ pre y $4,37 \pm 1,32$ pos; $p = 0,04$), y al evaluar la fuerza, se evidenció mejoras con ambos protocolos, pero solo el CLCH permitió este efecto sin “retención de agua”, contrario al grupo de MC, en el que los participantes retuvieron alrededor de 1,81 l, medidos por bioimpedancia (MC: $38,71 \pm 4,21$ pre y $40,52 \pm 4,74$ pos) (39).

Para el análisis de estos datos debe tenerse en cuenta que todos los participantes recibieron los suplementos en el mismo orden, es decir, MC-pla-cebo-CLCH, lo que puede interferir en los hallazgos finales del estudio, ya que es difícil garantizar el mismo punto de partida en cuanto a depósitos musculares de creatina en ambos grupos (monohidrato vs. clorhidrato) y ello puede generar variabilidad en las conclusiones. Del mismo modo, los resultados del programa de entrenamiento de fuerza pueden variar respecto al tiempo que los sujetos lleven en él; en este caso, el diseño metodológico del estudio no fue un protocolo cruzado y por tanto el tiempo acumulado de entrenamiento fue solo de cuatro semanas para el momento de la evaluación posterior al MC, pero los deportistas ya llevaban 12 semanas del protocolo de fuerza cuando fueron evaluados después del consumo de CLCH. Haber invertido el orden de la suplementación de una parte de los sujetos hubiese sido interesante para evitar estos factores de confusión. Algunos aspectos metodológicos como la intervención nutricional y el protocolo de entrenamiento podrían tener una descripción más detallada en aras de la reproducibilidad de este trabajo: no es clara la distribución de macronutrientes ni los tiempos de alimentación de los atletas, aunque

se aclara que se trató de una dieta normocalórica y normoproteica.

De igual forma, no hay un protocolo claro de hidratación, aunque se menciona que se habló a los participantes con el fin de que se mantuvieran en un estado de euhidratación. Por último, los estímulos y cargas del entrenamiento no son mencionados y es sabido que el tipo de ejercicio y su programación pueden estar directamente relacionados con los resultados deportivos obtenidos e incluso con los cambios en la composición corporal de un atleta (38). Se puede decir entonces que los resultados de este estudio podrían dar luz a los posibles beneficios del CLCH por su menor retención hídrica. Sin embargo, el aumento en la masa libre de grasa puede sobreestimarse debido a que la fiabilidad y precisión de la bioimpedancia puede estar influenciada por varios factores: tipo de instrumento, puntos de colocación de los electrodos, nivel de hidratación, alimentación, ciclo menstrual, temperatura del ambiente y ecuación de predicción utilizada (40).

En un trabajo afín, de França et al. (21) desarrollaron una investigación en la que se dividió en cuatro grupos a 40 levantadores de pesas recreativos y se les suplementó con creatina en diferentes protocolos: (MC) 5 g; (CLCH-1) 5 g; (CLCH-2) 1,5 g; y grupo control (CG) 5 g de almidón resistente durante cuatro semanas, para luego ser evaluados en fuerza a partir de la aplicación de un ejercicio de prensa de pierna, que consiste en el movimiento ascendente y descendente de una plataforma a la cual se le pueden administrar diferentes pesos. El sujeto se sienta de manera inclinada y realiza el movimiento con las piernas en un ángulo de 45° (38); el otro ejercicio fue el press de banca, que consiste en el levantamiento de una barra en la que se ponen pesas con la misma masa en ambos extremos. El individuo está en decúbito supino (posición corporal boca arriba) sobre un banco horizontal a lo largo de la ejecución del ejercicio,

en el que realiza un movimiento ascendente y descendente de la barra (38-44). Al final del estudio pudo evidenciarse que, en cuanto a rendimiento deportivo, la repetición máxima de prensa de pierna aumentó significativamente en todos los grupos, mientras que en el ejercicio de press de banca solo tuvo mejoras en el grupo CLCH-1, pero sin diferencias significativas entre ellos. En cuanto a composición corporal, la masa grasa presentó disminuciones significativas únicamente en los grupos CLCH, en los que se vio una reducción de alrededor de 1 kg en este componente (CLCH1 [pre = $14,5 \pm 8,0$ × pos = $13,3 \pm 8,3$; p = 0,034] CLCH2 [pre = $13,8 \pm 5,8$ × pos = $12,7 \pm 5,6$; p = 0,005]), por lo que los autores concluyeron que el CLCH y el MC mejoran el rendimiento, pero solo el CLCH induce cambios en la composición corporal en los levantadores de pesas recreativos (21). Estos resultados deben interpretarse con prudencia ya que no se especifica dentro del estudio un control individualizado de la dieta y la hidratación de los sujetos; además, se deben tener en cuenta las limitaciones de la antropometría (poca precisión, alta variación, sobrehidratación o deshidratación, entrenamiento del evaluador, etc.) (40).

Otro trabajo similar fue realizado por McDonough (42) en su tesis en kinesiología en la Universidad Estatal de Boise, en la que a través de un diseño experimental pre y pos evaluó los efectos de una semana de suplementación con CLCH en 15 varones previamente entrenados en fuerza. En este estudio se evidenciaron mejoras significativas en las pruebas de rendimiento (press de banca y prueba de salto vertical) y aumento del peso corporal sin cambios en la masa libre de grasa. Estos resultados también se deben interpretar con cuidado ya que el tiempo de suplementación fue corto tanto para evidenciar resultados de un protocolo de entrenamiento como para conseguir cambios de composición corporal. En la actualidad no es del todo claro si es necesaria una fase

de carga para evidenciar efectos en los protocolos de suplementación con CLCH; además, en este trabajo la metodología no es muy detallada en cuanto al control de sesgos (alimentación, entrenamiento, conocimiento previo de las pruebas físicas, pequeño tamaño de muestra) y la falta de un grupo de control hace que no sean pertinentes las comparaciones entre moléculas de creatina (42).

En cuanto a los resultados en mujeres, solo se encontró que Reuland (43) comparó los efectos en el volumen de entrenamiento total (TTV) de hombres y mujeres suplementados con placebo con una dosis única de 0,033 g/kg de CLCH (2,29 g para mujeres y 3,05 g para hombres en promedio). El TTV fue examinado para press de banca con peso libre y prensa de piernas inclinado, se realizaron cinco sets con el 70 % de 1 repetición máxima de cada sujeto y se tomó el número de repeticiones totales como el TTV. Se encontró que no hubo diferencias significativas entre los grupos placebo/ creatina, pero sí hubo un aumento significativo del volumen de entrenamiento en las mujeres expuestas al suplemento cuando estas se compararon con los hombres (con un TTV posexposición de $173,6 \pm 70,2$ vs. $99,2 \pm 38,3$ en prensa de pierna). No obstante, es necesario decir que, al tratarse de una sola dosis de creatina, los resultados obtenidos pueden deberse al azar en la elección de los sujetos, pues el efecto de este suplemento se da cuando hay saturación máxima de los depósitos en el músculo y esto es difícil de lograr con una sola dosis (21,44).

Para sintetizar, en cuanto a efectos en el rendimiento deportivo, la evidencia apunta a que ambas moléculas (CLCH y MC) son equiparables en términos de fuerza. Los artículos analizados en esta revisión, cuyo propósito fue evaluar los efectos ergogénicos, tuvieron resultados similares, en los que tanto el MC como el CLCH mejoraron los resultados deportivos, sin diferencias significativas entre grupos. Sin embargo, es necesario

Clorhidrato vs. monohidrato de creatina

aclarar que se trata de muy pocos estudios y que las metodologías entre ellos son variables, lo que hace difícil extrapolar los resultados obtenidos. También se hace imperativo enfatizar que todos estos estudios evaluaron la fuerza como única capacidad física, a pesar de que la MC ha demostrado beneficios en otros aspectos deportivos como los estímulos intermitentes, la neurocognición deportiva y la toma de decisiones (5,10,44,45-50), por lo que es necesario realizar investigaciones a este respecto para poder concluir si las moléculas son equiparables o no.

En términos de composición corporal, solo tres trabajos arrojaron resultados, dos de ellos con conclusiones a favor del CLCH en cuanto a menor porcentaje de grasa y menor retención hídrica, el trabajo restante no encontró diferencias significativas entre los grupos, pero es importante decir que este último (13) fue realizado con solo una semana de suplementación, lo que representa un tiempo muy corto para evidenciar cambios en los tejidos corporales y sitúa la balanza a favor de la molécula análoga en términos de disminución de tejido de grasa y menor retención hídrica asociada al uso del suplemento, pero la evidencia no es suficiente para sacar conclusiones al respecto. Se hace necesario el desarrollo de más investigaciones sobre este tópico, pues, de confirmarse

esta ventaja, el CLCH podría extender su uso a deportes en los que la apariencia física o el peso otorgan un puntaje o una categoría, como es el caso de los deportes de combate, la gimnasia, la halterofilia o el fisiculturismo.

A partir de lo expuesto y con base en la evidencia disponible, puede decirse que los resultados obtenidos en esta revisión muestran superioridad en términos de solubilidad para el CLCH y una tendencia a favor en cuanto a composición corporal con respecto a la misma molécula, cuando se habla de disminución en el porcentaje de grasa y la retención hídrica. Sin embargo, los hallazgos del presente trabajo no permiten determinar si el CLCH es superior al MC en cuanto a efectos ergogénicos, en especial en manifestaciones de la fuerza, debido a la escasa bibliografía que compara estas dos moléculas, sumado a la diversidad de diseños y metodologías empleados que impiden extrapolar los resultados a otras poblaciones y que hasta el momento muestran hallazgos equiparables con el uso de ambos análogos. Esta es información valiosa para deportistas, entrenadores y profesionales de la nutrición a la hora de definir el uso de una determinada molécula frente a otra en busca de la estrategia de suplementación más adecuada para cada atleta (Tabla 2).

Tabla 2. Esquema comparativo entre las dos moléculas de creatina.

Parámetro	Monohidrato de creatina	Clorhidrato de creatina
Solubilidad y propiedades químicas	<ul style="list-style-type: none">• Peso molecular 149,1 g/mol• Solubilidad acuosa a 25 °C 17,1 ± 0,4• Absorción máxima 195 nm• pH en saturación 8,6• Menor biodisponibilidad• Molestias gastrointestinales• Mayor dosis para generar efecto	<ul style="list-style-type: none">• Peso molecular 167,6 g/mol• Solubilidad hídrica 15 veces mayor 709 ± 7• Absorción máxima 196 nm• pH en saturación 0,3• Mayor biodisponibilidad• Escasos efectos adversos• Menor dosis para generar efecto
Rendimiento deportivo y composición corporal	<ul style="list-style-type: none">• Mejoras en rendimiento y fuerza máxima• Disminución en masa grasa	<ul style="list-style-type: none">• Mejoras en el rendimiento y fuerza máxima sin retención intramuscular de agua• Algunos estudios muestran mayor disminución en masa grasa

CONCLUSIÓN

Aunque el número de investigaciones revisadas fue limitado, se encontraron algunos beneficios del CLCH como molécula análoga frente al MC: con la primera se reportó una mejor solubilidad en agua, lo que teóricamente mejora su absorción gastrointestinal y podría disminuir los efectos adversos, además la evidencia actual tiende a indicar que ambas moléculas ofrecen resultados similares en cuanto a efectos ergogénicos, sobre todo en términos de fuerza, pero la balanza se inclina a favor del CLCH en cuanto a composición corporal, puesto que la suplementación con esta molécula permite mayores disminuciones del porcentaje de grasa asociado con menor retención hídrica. Estos hallazgos hacen necesaria la realización de más estudios, y sería importante establecer un protocolo claro para la suplementación con CLCH. De confirmarse estas ventajas, el CLCH podría

extender su uso a disciplinas deportivas en las que el peso o la apariencia física otorgan puntaje o categoría, como es el caso de los deportes de combate, el levantamiento de pesas y el nado sincronizado, entre otros. Es importante también el desarrollo de estudios que incluyan otras capacidades físicas, como los estímulos intermitentes y la potencia, que son pruebas en las que el MC ha demostrado ventajas. Asimismo, serían valiosas investigaciones con periodos de seguimiento más extensos, en los que puedan observarse cambios en la masa libre de grasa; todo lo anterior con el objetivo de aportar evidencia que facilite la elección de una molécula sobre otra, teniendo en cuenta la relación costo-beneficio de cada una.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias

1. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14(1):18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
2. Sullivan PG, Geiger JD, Mattson MP, Scheff SW. Dietary supplement creatine protects against traumatic brain injury. *Ann Neurol.* 2000;48(5):723-9. [https://doi.org/10.1002/1531-8249\(200011\)48:5<723::AID-ANA5>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/1531-8249(200011)48:5<723::AID-ANA5>3.0.CO;2-W)
3. Candow DG, Chilibeck PD. Potential of creatine supplementation for improving aging bone health. *J Nutr Health Aging.* 2010;14(2):149-53. <https://doi.org/10.1007/s12603-009-0224-5>
4. Smith-Ryan AE, Hirsch KR, Saylor HE, Gould LM, Blue MNM. Nutritional considerations and strategies to facilitate injury recovery and rehabilitation. *J Athl Train.* 2020;55(9):918-30. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-550-19>
5. Avgerinos KI, Spyrou N, Bougioukas KI, Kapogiannis D. Effects of creatine supplementation on cognitive function of healthy individuals: A systematic review of randomized controlled trials. *Exp Gerontol.* 2018;108(1):166-73. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.013>
6. Naclerio F. Utilización de la L-Carnitina como Suplemento Dietético una Revisión Científica. *PubliCE*,2006;0:8. Disponible en: <https://publice.info/articulo/utilizacion-de-la-l-carnitina-como-suplemento-dietetico-una-revision-cientifica-758-sa-r57cfb27180ab0>
7. Santesteban Moriones V, Ibáñez Santos J. Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutr Hosp.* 2019;34(1):204. <https://doi.org/10.20960/nh.997>

Clorhidrato vs. monohidrato de creatina

8. Jäger R, Purpura M, Shao A, Inoue T, Kreider RB. Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino Acids*. 2011;40(5):1369-83. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0874-6>
9. Cooper R, Naclerio F, Allgrove J, Jimenez A. Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: An update. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012;9(1):33. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-33>
10. Lamont H. Suplementación con creatina y rendimiento durante el ejercicio. hallazgos recientes. *PubliCE* 2005;0:19. Disponible en: <https://g-se.com/suplementacion-con-creatina-y-rendimiento-durante-el-ejercicio.-hallazgos-recientes-742-sa-c57cfb2717dab8>
11. Spillane M, Schoch R, Cooke M, Harvey T, Greenwood M, Kreider R, et al. The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J Int Soc Sports Nutr*. 2009;6(1):6. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-6>
12. Burgos MP. Efectos ergogénicos en la suplementación con monohidrato de creatina en entrenamiento funcional de alta intensidad. *Rev Entren Deport*.2017;31. Disponible en: <https://g-se.com/efectos-ergogenicos-en-la-suplementacion-con-monohidrato-de-creatina-en-entrenamiento-funcional-de-alta-intensidad-2335-sa-B5a050c3d35098>
13. Terjung RL, Clarkson P, Eichner ER, Greenhaff PL, Hespel PJ, Israel RG et al. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Am J Sports Med*. 2000;32(3):706-17. <https://doi.org/10.1097/00005768-200003000-00024>
14. Bonilla DA, Pérez-Idárraga A, Odriozola-Martínez A, Kreider RB. The 4R's Framework of nutritional strategies for post-exercise recovery: A review with emphasis on new generation of carbohydrates. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;18(1):103. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010103>
15. Ogborn DI, Smith KJ, Crane JD, Safdar A, Hettinga BP, Tupler R, et al. Effects of creatine and exercise on skeletal muscle of frg1-transgenic mice. *Can J Neurol Sci J Can Sci Neurol*. 2012;39(2):225-31. <https://doi.org/10.1017/S0317167100013275>
16. Bender A, Samtleben W, Elstner M, Klopstock T. Long-term creatine supplementation is safe in aged patients with Parkinson disease. *Nutr Res*. 2008;28(3):172-8. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2008.01.001>
17. Dolan E, Gualano B, Rawson ES. Beyond muscle: the effects of creatine supplementation on brain creatine, cognitive processing, and traumatic brain injury. *Eur J Sport Sci*. 2019 Feb;19(1):1-14. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1500644>
18. Laakso MP, Hiltunen Y, Könönen M, Kivipelto M, Koivisto A, Hallikainen M, et al. Decreased brain creatine levels in elderly apolipoprotein E ε4 carriers. *Journal of Neural Transmission*. 2003;110:267-75. <https://doi.org/10.1007/s00702-002-0783-7>
19. Roschel H, Gualano B, Ostojic SM, Rawson ES. Creatine Supplementation and Brain Health. *Nutrients*. 2021;13:586. <https://doi.org/10.3390/nu13020586>
20. Kim HJ, Kim CK, Carpentier A, Poortmans JR. Studies on the safety of creatine supplementation. *Amino Acids*. 2011;40(5):1409-18. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0878-2>
21. de França E, Avelar B, Yoshioka C, Santana JO, Madureira D, Rocha LY, et al. Creatine HCl and creatine monohydrate improve strength but only creatine HCl induced changes on body composition in recreational weightlifters. *Food Nutr Sci*. 2015;06(17):1624-30. <https://doi.org/10.4236/fns.2015.617167>
22. Ostojic SM, Ahmetovic Z. Gastrointestinal distress after creatine supplementation in athletes: Are Side Effects Dose Dependent? *Res Sports Med*. 2008;16(1):15-22. <https://doi.org/10.1080/15438620701693280>
23. Tayebi M, Arazi H. Is creatine hydrochloride better than creatine monohydrate for the improvement of physical performance and hormonal changes in young trained men? *Sci Sports*. 2020;35(5):e135-41. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2019.07.013>
24. Benzi G. Is there a rationale for the use of creatine either as nutritional supplementation or drug administration in humans participating in a sport? *Pharmacol Res*. 2000;41(3):255-64. <https://doi.org/10.1006/phrs.1999.0618>

25. Dash AK, Miller DW, Huai-Yan H, Carnazzo J, Stout JR. Evaluation of Creatine Transport Using Caco-2 Monolayers as an In Vitro Model for Intestinal Absorption. *J Pharm Sci.* 2001;90(10):1593-8. <https://doi.org/10.1002/jps.1109>
26. Persky AM, Brazeau GA. Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrate. *Pharmacol Rev.* 2001;53(2):161-76. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11356982/>
27. Dash AK, Sawhney A. A simple LC method with UV detection for the analysis of creatine and creatinine and its application to several creatine formulations. *J Pharm Biomed Anal.* 2002;29(5):939-45. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(02\)00167-X](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(02)00167-X)
28. Zhang G. Creatine hydrochloride and manufacturing method thereof. Yangliuqing; 20140171682. p. 7. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US20140171682A1/en>
29. Martínez F, Jouyban A, Acree Jr WE. Pharmaceuticals solubility is still nowadays widely studied everywhere. *Pharm Sci.* 2017;23(1):1-2. <https://doi.org/10.15171/PS.2017.01>
30. Alraddadi E, Lillico R, Vennerstrom J, Lakowski T, Miller D. Absolute oral bioavailability of creatine monohydrate in rats: Debunking a myth. *Pharmaceutics.* 2018;10(1):31. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics10010031>
31. Gufford BT, Ezell EL, Robinson DH, Miller DW, Miller NJ, Gu X, et al. pH-dependent stability of creatine ethyl ester: Relevance to oral absorption. *J Diet Suppl.* 2013;10(3):241-51. <https://doi.org/10.3109/19390211.2013.822453>
32. Golás A, Maszczyk A, Król H, Wilk M, Statsny P, Petr M, et al. Changes in bar velocity and muscular activity during the bench press in relation to the load lifted. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine.* 2015;11. <https://doi.org/10.18276/cej.2015.3-11>
33. Hill DW, Butler SD. Haemodynamic responses to weightlifting exercise. *Sports Med.* 1991;12(1):1-7. <https://doi.org/10.2165/00007256-199112010-00001>
34. Sheikholeslami-Vatani D, Faraji H, Soori R, Mogharnasi M. The effects of creatine supplementation on performance and hormonal response in amateur swimmers. *Sci Sports.* 2011;26(5):272-7. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.07.003>
35. Op 't Eijnde B, Hespel P. Short-term creatine supplementation does not alter the hormonal response to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(3):449-53. <https://doi.org/10.1097/00005768-200103000-00018>
36. Ralston GW, Kilgore L, Wyatt FB, Buchan D, Baker JS. Weekly training frequency effects on strength gain: A meta-analysis. *Sports Med – Open.* 2018;4(1):36. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0149-9>
37. Moritani T, deVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med.* 1979;58(3):115-30. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/453338/>
38. Elvar JRH. Determinación de la carga de entrenamiento para la mejora de la fuerza orientada a la salud (fitness muscular). *PubliCE.* 1930;11. Disponible en: <https://g-se.com/determinacion-de-la-carga-de-entrenamiento-para-la-mejora-de-la-fuerza-orientada-a-la-salud-fitness-muscular-794-sa-K57cfb27188271>
39. Yoshioka CAF, Madureira D, Carrara P, Gusmão N, Ressureição KS, Santana JO, et al. Comparison between creatine monohydrate and creatine HCl on body composition and performance of the Brazilian Olympic team. *Int J Food Sci Nutr.* 2019;3:28. <https://escipub.com/ijfnr-2019-05-2205/>
40. Moreira OC, Alonso-Aubin DA, de Paz JA. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte.* 2015;32(6):387-94. Disponible en: https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_costa_moreira.pdf
41. Barnett C, Kippers V, Turner P. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles. *Journal of Strength and Conditioning Res arch.* 1995;9(4):222–27.

Clorhidrato vs. monohidrato de creatina

42. McDonough D. Oral creatine hydrochloride supplementation: Acute effects on submaximal, intermittent bouts of bench press and vertical jump exercises [tesis de maestría]. Boise State University; 2017. <https://doi.org/10.18122/B2KX4Q>
43. Reuland E. The effects of a single dosage of creatine hydrochloride on total training volume in resistance trained men versus women [tesis de maestría]. Ohio: College of Bowling Green State University; 2016. Disponible en: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=bgsu1462549479
44. Lanhers C, Pereira B, Naughton G, Trousselard M, Lesage F-X, Dutheil F. Creatine supplementation and lower limb strength performance: A systematic review and meta-analyses. *Sports Med.* 2015;45(9):1285-94. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0337-4>
45. Urbanski RL, Loy SF, Vincent WJ, Yaspelkis BB. Creatine supplementation differentially affects maximal isometric strength and time to fatigue in large and small muscle groups. *Int J Sport Nutr.* 1999;9(2):136-45. <https://doi.org/10.1123/ijns.9.2.136>
46. Balestrino M, Sarocchi M, Adriano E, Spallarossa P. Potential of creatine or phosphocreatine supplementation in cerebrovascular disease and in ischemic heart disease. *Amino Acids.* 2016;48(8):1955-67. <https://doi.org/10.1007/s00726-016-2173-8>
47. Tuckfield C. First use of creatine hydrochloride in premanifest Huntington disease. *Med J Aust.* 2015;202(7):378-80. <https://doi.org/10.5694/mja14.01070>
48. Hersch SM, Schifitto G, Oakes D, Bredlau A-L, Meyers CM, Nahin R, et al. The CREST-E study of creatine for Huntington disease: A randomized controlled trial. *Neurology.* 2017;89(6):594-601. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004209>
49. Gufford BT, Sriraghavan K, Miller NJ, Miller DW, Gu X, Vennerstrom JL, et al. Physicochemical characterization of creatine n-methylguanidinium salts. *J Diet Suppl.* 2010;7(3):240-52. <https://doi.org/10.3109/19390211.2010.491507>
50. Faigenbaum A, Milliken L, Westcott W. Maximal strength testing in healthy children. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):162-66,

Giulianna Gamero-Vega¹; Mily Ormeño Llanos²;
Jahaira Del Rosario Bazalar-Palacios³; Cesar Armas Juárez⁴; Vilma Quitral^{5*}

Resumen

Antecedentes: el género *Physalis* L. es un fruto tipo baya, conocido como golden berry, aguaymanto, capulí, uvilla, uchuva y ha sido utilizado para tratar algunas enfermedades. **Objetivo:** revisar la literatura científica sobre los efectos terapéuticos de las especies del *Physalis* L.: *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis ixocarpa* L. y *Physalis alkekengi* var. *franchetii* L. **Materiales y métodos:** se realizó una búsqueda en bases de datos Web of Science, Medline/PubMed, Scopus y ScienceDirect con las palabras clave *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis alkekengi* var. *franchetii* L., *Physalis ixocarpa* L. y *ensayos clínicos*. **Resultados:** se encontraron 49 artículos en la base Web of Science, 14 en Medline/PubMed, 968 en Scopus y 129 en ScienceDirect. Del total de 1160 estudios identificados, solo 32 fueron aceptados para los datos de la investigación. Los artículos demuestran efectos terapéuticos de *Physalis* L. en estudios *in vivo*. **Conclusión:** esta revisión proporciona una comprensión integral de los efectos terapéuticos del género *Physalis* L. respaldada por una gran cantidad de experimentos científicos. Las propiedades terapéuticas encontradas fueron efectos antihepatotóxicos, antinefrotóxicos, anticancerígenos, antidiabéticos, antineurotóxicos, antioxidantes, antineurodegenerativos, antibacterianos, analgésicos, renoprotectores, antiasmáticos, anticolesterolemicos, diuréticos, antihistamínicos, antiinflamatorios y antiulcerosos.

Palabras clave: *Physalis* L., usos terapéuticos, polifenoles, golden berry.

- 1 Magíster, química farmacéutica, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Instituto de Investigación, Chimbote, Perú. bradlygabriela@gmail.com
- 2 Bachiller, química farmacéutica, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Instituto de Investigación, Chimbote, Perú. milyoll63@gmail.com
- 3 Doctora, química farmacéutica, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Instituto de Investigación, Chimbote, Perú
- 4 Magíster, químico farmacéutico, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Instituto de Investigación, Chimbote, Perú. carmasj@uladec.edu.pe
- 5* Autor de correspondencia. Magíster, ingeniero en alimentos, Universidad Santo Tomás, Escuela de Nutrición y Dietética. Santiago, Chile. vilmaquitral@santotomas.cl

Cómo citar este artículo: Gamero-Vega G, Ormeño Llanos M, Bazalar-Palacios DR, Armas Juárez C, Quitral V. Efectos terapéuticos del género *Physalis* L.: una revisión de la literatura. *Perspect Nutr Humana*. 2022;24:247-65. DOI: 10.17533/udea.penh.v24n2a07



Therapeutic Effects of the Genus Physalis L.: A Review of the Literature

Abstract

Background: The Physalis L. genus is a berry type fruit, known as golden berry, aguaymanto, capulí, uvilla, cape gooseberry and has been used to treat some diseases. **Objective:** To review the scientific literature on the therapeutic effects of Physalis species: *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis ixocarpa* L., and *Physalis alkekengi* var. *franchetii* L. **Materials and Methods:** A search was carried out in the bases of data Web of Science, Medline/PubMed, Scopus, ScienceDirect, with the keywords *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis alkekengi* var. *franchetii* L., *Physalis ixocarpa* L. and *clinical trials*. **Results:** Were found 49 articles in the Web of Science database, 14 in Medline/PubMed, 968 in Scopus, and 129 in ScienceDirect. Of 1160 studies identified, only 32 were accepted studies for the research data. The articles demonstrate therapeutic effects of Physalis in *in vivo* studies. **Conclusion:** This review provides a comprehensive understanding of the therapeutic effects of the genus Physalis L., supported by a large body of scientific experiments. The therapeutic properties found were antihepatotoxic, antinephrotoxic, anticancer, antidiabetic, antineurotoxic, antioxidant, antineurodegenerative, antibacterial, analgesic, renoprotective, antiasthmatic, anticholesterolemic, diuretic, antihistamine, antiinflammatory, and antiulcer effects.

Keywords: Physalis L., therapeutic uses, polyphenols, golden berry.

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, las personas han tenido la necesidad de buscar remedios naturales para mejorar el bienestar de la salud y tratar enfermedades. Las plantas medicinales tienen beneficios terapéuticos que se han reconocido a nivel mundial (1) y, científicamente, se ha demostrado su eficacia en investigaciones o estudios clínicos (2). Asimismo, las plantas medicinales son almacenes de compuestos fenólicos y otros que actúan con actividad antibacteriana y antioxidante (3,4). Se estima que casi más de la mitad de los productos farmacéuticos derivan de plantas medicinales a las que se les atribuyen efectos terapéuticos que están dados por sus constituyentes químicos (2).

En la naturaleza existe el género Physalis L., es un fruto tipo baya, conocido como *golden berry*, aguaymanto, capulí, uvilla, uchuva, y ha sido utilizado para tratar enfermedades como malaria, asma, hepatitis y afecciones gastrointestinales (5,6). Entre las especies de Physalis L. que han sido analizadas por su contenido de flavonoides están la *Physa-*

lis peruviana L. (7), la *Physalis angulata* L. (8), la *Physalis ixocarpa* L. (endémica de México) (9) y la *Physalis alkekengi* var. *franchetii*. Esta última es perenne del noreste de China (10), además de otras regiones de Sudamérica (11).

A nivel mundial existen algunas revisiones de literatura sobre los beneficios del género Physalis L., pero estas solo se enfocaron en una sola especie (12,13). Sin embargo, hasta la fecha se desconoce alguna revisión de literatura que explore los ensayos clínicos de las cuatro especies del Physalis L. ya mencionadas y sus efectos terapéuticos en humanos.

El presente estudio es una revisión de la literatura a nivel mundial sobre la exploración de las cuatro especies mencionadas en estudios clínicos (humanos) que muestren/demuestren efectos terapéuticos a través de una búsqueda en base de datos, con el propósito de informar la importancia de estas especies para el desarrollo de nuevos fármacos o medicina complementaria que ayude a mejorar o prevenir enfermedades. En suma,

esta investigación tuvo como objetivo revisar en la literatura científica estudios sobre los efectos terapéuticos de las especies *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis alkekengi* var. *franchetii* L. y *Physalis ixocarpa* L.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó una revisión de la literatura a partir de las palabras claves que incluían los términos *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis alkekengi* var. *franchetii* L. y *Physalis ixocarpa* L. y ensayos clínicos en una amplia gama de bases de datos: Web of Science, Medline/PubMed, Scopus, ScienceDirect, que evaluaran efectos o usos terapéuticos del *Physalis* L. (Tabla 1).

La búsqueda fue realizada por dos investigadores de forma independiente, quienes, terminada la búsqueda, compararon los datos encontrados junto a un tercer investigador y resolvieron las discrepancias. La base final fue revisada por todos los investigadores. Se tuvieron en cuenta artículos a nivel mundial, sin restricciones respecto al idioma ni a la fecha de publicación. Se aplicó la estrategia de búsqueda que se presenta en la figura 1.

El instrumento utilizado fue una tabla de Excel estandarizada, dos grupos (un investigador por grupo) extrajeron los datos de forma independiente de cada artículo aceptado e incluido en el estudio en la última etapa de selección de datos. Se recopiló información sobre los efectos terapéuticos/actividad farmacológica, parte vegetal de la planta, *screening*/método, mecanismo de acción, usos o dosificación de extracto, especies de *Physalis* L., autor, revista del artículo y referencia. Por último, cuando existió conflicto entre ambos grupos, el investigador principal fue quien tomó la decisión sobre la inclusión o exclusión del artículo.

Las variables de estudio son el resultado de la búsqueda de la palabra MeSH en la base de datos PubMed

sobre efectos y usos terapéuticos, lo que significa usos de sustancias químicas que afectan el curso de afecciones, enfermedades, síndromes o patologías en beneficio de la salud de un individuo (14).

La medición de la variable dependiente o resultado se hizo en ensayos clínicos —ensayos *in vivo*, preclínicos en animales y clínicos en humanos— que demostraran los efectos terapéuticos de las cuatro especies de *Physalis* L., pues ya se han realizado investigaciones con el objetivo de determinar los efectos terapéuticos aislando compuestos químicos en productos naturales (*in vitro*) (15). Así pues, el aporte de este estudio es pasar a la siguiente etapa revisando aquellos ensayos clínicos que evalúen/demuestren el efecto de las cuatro especies de *Physalis* L. *in vivo*, tanto en animales como en humanos (16).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

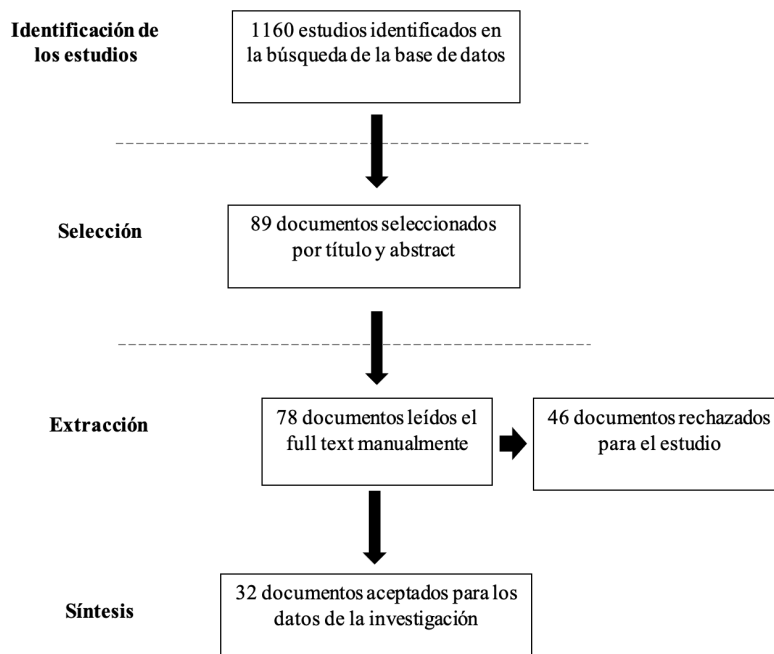
Características de *Physalis* L.

Las especies *Physalis* L. son plantas herbáceas anuales o perennes, arbustivas, desde 20 cm hasta 2 m de alto; pueden ser glabras o pubescentes. Sus tallos son herbáceos o algunas veces lignificados en la base. El cáliz en el fruto acrecente, inflado vesicular, cubre por completo la baya durante la fructificación, mide aproximadamente de 1 a 6 cm de largo, en su mayoría son de 1 a 2,5 cm de ancho. Su fruto es una baya suculenta, en su mayoría sésil, de color verde, naranja, amarilla o con tonos púrpuras; llega a medir de 0,8 a 1,5 cm de diámetro (hasta 4 cm en el tomate cultivado). Las semillas son numerosas, reniformes, de 1,2 a 2 mm de diámetro, amarillas o de color café dorado. Sus hojas son pecioladas, alternas, rara vez parecen opuestas, limbo foliar en su mayoría ovado. Las flores pueden ser pediceladas, axilares y péndulas (17).

Physalis L.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda

Especies del género Physalis L.	Physalis[tiab] OR "Physalis"[Mesh] OR Physalis peruviana[tiab] OR Physalis pubescens[tiab] OR Physalis angulata[tiab] OR Physalis ixocarpa[tiab] OR Physalis alkekengi var.francheti[tiab])
Tipo de intervención	("Randomized Controlled Trial"[PT] or "Randomized Controlled Trials as Topic"[Mesh] OR "Clinical Trial"[PT] OR "Clinical Trials as Topic"[Mesh] OR "Clinical Trial, Phase III"[PT] OR "Clinical Trial, Phase II"[PT] OR "Double-Blind Method"[Mesh] OR "Random Allocation"[Mesh] OR "Single-Blind Method"[Mesh] OR (random*[tiab]) OR ((randomized[tiab] OR randomised[tiab] OR clinical[tiab] OR control*[tiab]) AND trial[tiab]) OR ((singl*[tiab] OR doubl*[tiab] OR trebl*[tiab] OR tripl*[tiab]) AND (blind*[tiab] OR mask*[tiab])) OR ("Placebos"[Mesh] OR placebo*[tiab]) OR ("Cross-Over Studies"[Mesh] OR "Cross-Over Studies"[Mesh]) OR ((crossover[tiab] OR cross-over[tiab] OR "cross over" [tiab]) AND (design*[tiab] OR study[tiab] OR studies[tiab] OR procedure*[tiab] OR trial*[tiab])))
1 AND 2	



Descripción: la búsqueda se realizó en las bases de datos de US National Library of Medicine at the National Institutes of Health, Scopus, Web of Science y ScienceDirect. Se encontraron 1160 artículos con diseño ECA. En la fase de “selección”, después de utilizar los filtros, artículos publicados y estudios realizados en animales y humanos, se obtuvieron 78 artículos; en la fase de “extracción”, se revisó el título y resumen de cada uno de los 89 artículos incluidos en la fase selección, se incluyeron aquellos que en el título consideraron las variables principales de interés, como resultado se consiguió artículos; y en la fase de “síntesis”, se revisó el full text manualmente, y se excluyó a 46 artículos dado que no cumplieron los criterios de inclusión, como resultado 32 artículos finalmente fueron incluidos en el estudio.

Figura 1. Flujograma de identificación y selección de artículos.

Existen estudios que han demostrado que el consumo de *Physalis L.* no ejerce toxicidad aguda en animales de experimentación. Por otra parte, otros estudios en modelo animal indican que el consumo de *Physalis L.* puede ser citotóxico en individuos con diabetes. Existen pocos estudios sobre la toxicidad de *Physalis L.*, tema que se debería profundizar en las investigaciones para garantizar la seguridad y eficacia de esta especie en el futuro (18).

Distribución de *Physalis L.*

Las especies *Physalis L.* son una suerte de fruta de valor ornamental, su alto valor nutricional y el sabor exclusivo hace que sea distribuida a nivel mundial. Este género incluye de 75 a 90 especies que se distribuyen sobre todo en Estados Unidos, México, Centroamérica, Sudamérica y las Antillas, en climas templados y tropicales (19). Pertenecen a la familia Solanaceae y contienen una gran cantidad de esteroides de tipo ergostano oxigenados llamados withanolides, que se originan de forma natural, además de vitamina C y carotenoides que están presentes en las plantas medicinales de esta misma familia (1,3,20).

Efectos terapéuticos de las especies *Physalis L.*

Los compuestos responsables de ejercer efectos beneficiosos en *Physalis L.* corresponden a derivados de esteroides, como physalinas. Los derivados de esteroides bioactivos presentan estructuras complejas y sus acciones farmacológicas han llamado la atención de los investigadores (21). Toda la actividad farmacológica y biológica de *Physalis L.* incluida en estudios *in vivo* (modelo animal y en humanos) se sintetiza en la tabla 2. A continuación, se detallan los principales efectos terapéuticos de esta planta.

Antihepatotóxico

La actividad antihepatotóxica del extracto acuoso del cáliz de *Physalis alkekengi var. franchetii* fue probada en el estudio realizado por Zhao et al. (22), en el que inyectaron vía intraperitoneal dosis de estreptozotocina (160 mg/kg) durante tres días en ratones diabéticos. Las dosis de polisacárido (PPSB) de *Physalis alkekengi var. franchetii* fueron 50 y 100 mg/kg, respectivamente. Después de cinco semanas de administración, el nivel de glucosa disminuyó y se detectaron alteraciones de la microflora intestinal y la expresión de proteínas. Finalmente, los probióticos han sido promovidos por PPSB y las expresiones de proteínas han sido moduladas en la progresión de la lesión hepática. En otro estudio similar realizado por Taj et al. (23), se investigó el efecto del extracto acuoso de la fruta madura entera de *Physalis peruviana*, el agua y los extractos de etanol de la fruta en ratas intoxicadas con tetracloruro de carbono (CCl₄). Las ratas inducidas con este reactivo mostraron una marcada elevación de las enzimas hepáticas y otros parámetros bioquímicos mencionados en el estudio. Por lo tanto, se concluyó que el extracto acuoso de la fruta mostró el efecto hepatoprotector y puede ser utilizado contra las enfermedades del hígado.

Arun et al. (24) también evaluaron el efecto antihepatotóxico de los extractos de agua, etanol y hexano de *Physalis peruviana* (500 mg/kg de peso corporal) y el extracto más prometedor en ratas. Los extractos de etanol y hexano mostraron una actividad moderada en comparación con el extracto de agua, que mostró una actividad a una dosis baja de 125 mg/kg, lo que dio como resultado un aumento de glutatión (GSH) hepático y una disminución de malonaldehído (MDA), a partir de lo cual se concluyó que los exámenes fitoquímicos revelaron que la presencia de flavonoides, saponinas y fenoles tienen efectos antioxidantes y hepatoprotectores (24).

Physalis L.

Tabla 2. Efectos terapéuticos del género Physalis L.

Efectos terapéuticos	Parte vegetal	Extracción/posibles constituyentes químicos	Screening/Método	Mecanismo	Usos/dosis o concentración	Especie de Physalis L.	Ref.
Antihepatotóxico	Cáliz	Extracto acuoso	<i>In vivo</i> : lesión hepática y microflora intestinal en ratones diabéticos tipo 2, inducida por estreptozotocina.	Evaluación de transaminasas (ALT y AST). Evaluación del rastreo molecular.	50 y 100 mg/kg de PPSB	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(22)
Antihepatotóxico	Hojas	Extracto acuoso, hexano y alcohol etílico/flavonoides, fenoles, esteroides/aponinas	<i>In vivo</i> : daño hepático inducido por C ₁₂ en ratas.	Medición de AST, ALT, LDH, ALP, MDA y GSH.	500 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(24)
Antinefrotóxico	Fruto	Extracto acuoso y Extracto etanólico	<i>In vivo</i> : toxicidad inducida por tetracloruro de carbono (CCl ₄) en ratas.	Evaluación de marcadores séricos como ALAT, ASAT, ALP, LDH, creatinina, urea y bilirrubina.	2 ml/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(23)
Antihepatotóxico Antinefrotóxico	Fruto	Extracto metanólico/ compuestos fenólicos	<i>In vivo</i> : toxicidad hepatorenal inducida por cadmio en ratas Wistar.	Evaluación de los niveles de ALT, AST, ALP, BT, AU, U y CRE. Estudio histopatológico.	200 mg/kg x 5 días	<i>Physalis peruviana</i> L.	(12)
Anticáncer	Partes aéreas	Extracto hidroalcohólico	<i>In vivo</i> : modelo de ratón de células de cáncer de mama.	Crecimiento tumoral. Expresión de los genes Bax y Bcl-2 mediante la reacción de PCR en tiempo real.	50 y 100 mg/kg	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(25)
Antidiabético	Fruto	Extracto etanólico 95 %	<i>In vivo</i> : toxicidad y la inducción de cáncer de pulmón por la cetona de nitrosamina derivada de la nicotina en ratas.	Evaluación histopatológica pulmonar, inmunohistoquímica y citometría de flujo de ADN.	150 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(26)
Antidiabético	Fruto	Jugo/polifenoles	<i>In vivo</i> : tejidos hepáticos y renales de ratas diabéticas inducidas por estreptozotocina.	Concentración de glucosa. Niveles de MDA, GSH, colesterol, vitaminas lipofílicas, TG y proteínas totales.	1 ml/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(27)

	Cáliz	Extracto etéreo/ polisacáridos	<i>In vivo</i> : ratones diabéticos inducidos por aloxano.	Disminución de la glucosa en sangre en ayunas (FBG) y la proteína sérica glicosilada (GSP) y un aumento de la insulina sérica en ayunas.	200 mg/kg, 400 mg/kg y 800 mg/kg	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(28)
Antidiabético	Hojas	Extracto acuoso	<i>In vivo</i> : prueba de tolerancia a la glucosa toxicidad LD50.	Mide actividad hipoglucémica, Pruebas bioquímicas WBC, RBC, creatinina, BUN, SGOT y SGPT.	100 mg/kg LD50 en 1280 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(29)
	Hojas y frutos	Extracto etanólico/ fisalina, ácido cítrico y vitamina C	<i>In vivo</i> : inducción con aloxano en ratas.	Reducción del nivel de glucosa, colesterol total y triglicéridos.	25 mg/kg	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(30)
	Frutos	Acuoso liofilizado/ carbohidratos, ácido urónico	<i>In vivo</i> : diabetes inducida por aloxano en ratones.	Niveles de glucosa por el método enzimático de la glucosa oxi-dase-peroxidasa.	50 y 100 mg/kg	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(31)
Antineurotóxico	Fruto	Extracto metanólico	<i>In vivo</i> : neurotoxicidad inducida por cadmio en ratas.	Eliminar radicales libres. Evaluación de parámetros neuroquímicos y niveles de peroxidación de lípidos y óxido nítrico.	200 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(32)
Antioxidante	Planta entera	Extracto acuoso	<i>In vivo</i> : peroxidación de lípidos por FeCl ₂ -ácido ascórbico en ratas.	Eliminación de aniones superóxido y el efecto inhibitorio de la oxidasa de la onxantina.	100 mg/ml de EtOH 95 %	<i>Physalis peruviana</i> L.	(33)
Antineurodegenerativo	Fruto	Extracto de acetato de etilo	<i>In vivo</i> : trastornos cognitivos inducidos por la escopolamina en animales.	Inhibe la producción de las especies reactivas de oxígeno (ROS).	100 y 200 mg/kg	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(34)
Actibacterial	Cáliz	Extracto etanólico 70 %	<i>In vivo</i> : modelo de sepsis inducida por <i>Pseudomonas aeruginosa</i> en roedores.	Inhibición de las citoquinas TNF- α , IL-1 β e IL-6. Porcentaje de inhibición del edema agudo de oído.	160, 320 y 640 mg/kg 200 mg/kg	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(35)

Physalis L.

	Raíz	Extracto acuoso	<i>In vivo</i> : constricción abdominal por inyección intraperitoneal de ácido acético 1 %	Inhibición significativa de las constricciones abdominales.	10-30 mg/kg	<i>Physalis angulata</i> L. (37)
Analgésica			Dolor inducido por formaldehído al 0,92 % por vía intraplantariar (ip) en ratones.	Inhibición significativa de la fase tardía del dolor inducido por formalina, con un valor de ID50 de 20,8 (18,4-23,4) mg/kg y una inhibición del 100 %.	10-60 mg/kg	
	Tallo	Extracto etanólico	<i>In vivo</i> : inducción de efectos analgésicos por ácido acético y formalina.	Evaluación de puntuaciones de retorcimiento. Inhibición de las fases de formalina.	20 µl de CFA 25, 50 y 100 mg/kg	<i>Physalis angulata</i> L. (36)
			<i>In vivo</i> : inducción de edema de la pata por CFA a ratas albinas.	Porcentaje de inhibición del edema.		
Renoprotector	Fruto	Extracto etanólico/ fitosteroles	<i>In vivo</i> : lesión renal aguda en ratas inducido por cisplatino.	Evaluación de los niveles de creatinina, urea , BUN, PT, ALB y GT	100 y 150 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L. (13)
Antiasmático	Hojas	Extracto metanólico	<i>In vivo</i> : inflamación de las vías respiratorias inducida por OVA en ratones BALB.	Recuentos de células inflamatorias. Medición de citoquinas inflamatorias en el BALF e IgE en el suero.	5 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L. (38)
	Partes aéreas	Extracto metanólico	<i>In vivo</i> : líneas celulares de macrófagos murinos, células RAW 264,7 y un modelo murino de asma inducida por OVA (ratones).	Inhibición de la activación de MMP-9 y AP-1	20 µg/2 ml	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L. (39)
Protector de testículo	Fruto	Extracto metanólico/ polifenoles	<i>In vivo</i> : toxicidad testicular inducida por cadmio en ratas.	Medición de los marcadores de estrés oxidativo, las enzimas antioxidantes y el nivel de testosterona.	200 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L. (40)
Anticolesterolemico	Fruto	Jugo/compuestos fenólicos, vitaminas, ácidos grasos	<i>In vivo</i> : hipercolesterolemia inducida por la dieta alta en colesterol en ratas.	Evaluación de CT, TG, HDL, LDL, PT, ALB, GLOB y TPG. Estudio histológico del hígado y riñón.	5 y 15 %	<i>Physalis peruviana</i> L. (41)
Diurético	Hojas	Extracto metanólico/ alcaloides, flavonoides y glucósidos	<i>In vivo</i> : midiendo el volumen de orina y la excreción del contenido de sodio, potasio y cloruro (ratas).	Volumen de orina en comparación con el grupo control.	250, 500 y 1000 mg/kg	<i>Physalis angulata</i> L. (42)
Antihistamínico	Hojas	Extracto metanólico/ carbohidratos, proteínas, taninos y alcaloides	<i>In vivo</i> : modelos de músculo liso animal aislados, toxicidad aguda (DL50).	Inhibición agonista de las respuestas de histamina en la preparación del ileon de cobaya.	2000 mg/kg	<i>Physalis angulata</i> L. (43)

Antiinflamatorio	Fruto	Extracto etanólico 80 % flavonoides, glucósidos megastigmarina, taninos	<i>In vivo</i> : hiperplasia benigna de próstata en varones.	Puntaje internacional de síntomas de próstata (IPSS). Pruebas bioquímicas (BUN, Cr, FBS, K, AST, ALT, ALP, Hb, HCT, WBC, PLT).	Sol. hidroalcohólica mixta (<i>P. alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(44)	
	Partes aéreas	Extracto de acetato de etilo/esteroides, terpenoides y flavonoides	<i>In vivo</i> : toxicidad aguda en roedores.	Porcentaje de inhibición del edema de la pata.	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>franchetii</i> L.	(16)	
	Partes aéreas	Extracto de CO ₂ / fitoesteroles	<i>In vivo</i> : modelo de ácido trinitrobenzenosulfónico (TNBS) de la inflamación intestinal de ratas.	Evaluación mediante análisis macroscópico, determinaciones bioquímicas de los niveles de mieloperoxidasa (MPO), fosfatasa alcalina (ALP), glutatión y citoquinas (como INF- γ , IL-1 β , IL-6, IL-10 y TNF- α).	25, 50 y 100 mg/kg	<i>Physalis angulata</i> L.	(45)
	Partes aéreas	Extracción por inversión en etanol (85 %)	<i>In vivo</i> : en los macrófagos de ratón RAW 264.7.	Inhibición de citoquinas proinflamatorias tales como IL-6 y TNF- α . Inhibición de la translocación nuclear NF- κ B.	5 mg / ml en PBS	<i>Physalis angulata</i> L.	(46)
	Cáliz	Extracto etéreo/ flavonoides, terpenoides y glucósidos	<i>In vivo</i> : colitis inducida por ácido TNBS en ratas hembras Wistar.	Evaluación de los parámetros macroscópicos e histopatológicos en el tejido colónico.	125 mg/kg y 62,5 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(47)
Antiulceroso	Raíz	Extracto acuoso liofilizado	<i>In vivo</i> : carragenina al 1 %/ migración celular y volumen de exudado en ratas.	Disminución del volumen de exudado, inhibición del nivel de PGE2.	1 mg/kg y 5 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(48)
	Cáliz	Extracto etéreo total (A)	<i>In vivo</i> : edema auricular inducido por 13-acetato de 12-tetradecanoilforbol (TPA) en ratones.	Secciones circulares las cuales se pesaron (Pt+Pnt). Inhibición del edema.	13-acetato-12-O-tetradecanoilforbol (2,5 μ g) disuelto en acetona (20 μ l)	<i>Physalis peruviana</i> L.	(49)
	Hojas	Extracto etanólico/ alcaloides y flavonoides	<i>In vivo</i> : ulceración gástrica con aspirina y etanol, técnica de ligadura del píloro y comparación de índice de úlceras en ratas.	Índice de úlcera, porcentaje de protección de la úlcera, daño a la mucosa inducido por la aspirina y el etanol.	250 y 500 mg/kg	<i>Physalis peruviana</i> L.	(50)

Physalis L.

Antihepatotóxico y antinefrotóxico

Dkhil et al. (12) evaluaron en un modelo de ratas Wistar inducidas con cloruro de cadmio (CdCl_2) (6,5 mg/kg/día) el daño hepático y la actividad antihepatotóxica del extracto metanólico del fruto de *Physalis peruviana* L. por vía intraperitoneal durante cinco días. Asimismo, el extracto se administró previamente al grupo de ratas tratadas con cadmio mediante una dosis diaria de 200 mg/kg peso corporal durante cinco días. El extracto redujo la peroxidación lipídica, el óxido nítrico y aumentó las actividades enzimáticas, la molécula antioxidante no enzimática y el glutatión en tejidos hepáticos y renales de ratas tratadas con cadmio. Se concluye que el extracto metanólico de *Physalis peruviana* pudo revertir los cambios histopatológicos en los tejidos del hígado y riñón, y también aumentó la expresión de la proteína Bcl-2 en el hígado y el riñón de las ratas (12).

Anticancerígeno

En un estudio reciente realizado por Esmailpoor et al. (25), en el que evaluaron el efecto anticancerígeno del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de *Physalis alkekengi* var. *franchetti*, se inhibió el crecimiento de las células de cáncer de mama con la dosis efectiva (50 mg/kg); aumentó el nivel de ARNm expresión del gen Bax específico de apoptosis en el grupo tratado. Los autores atribuyeron este efecto a la promoción de las vías apoptóticas en este tipo de tumor. Otro estudio, realizado por El-Kenawy et al. (26), evaluó el efecto de *Physalis peruviana* L. sobre el efecto anticancerígeno del extracto etanólico 95 % del fruto *Physalis alkekengi* var. *franchetii* en células cancerígenas en el pulmón utilizando histopatología pulmonar, análisis de citometría inmunohistoquímica y de flujo de ADN. Se observó que el extracto hidroalcohólico de *Physalis alkekengi* involucra protección

contra NNK carcinogénico y puede ser factible en opción terapéutica.

Antidiabético

Erman et al. (27) demostraron que el extracto de jugo del fruto de *Physalis peruviana* tenía los efectos antihipoglucemiantes para prevenir el daño y la muerte de las células pancreáticas al inyectar 1 ml/kg de extracto de jugo de *Physalis peruviana* vía intraperitoneal y lupine durante dos meses. Sin embargo, se observó que no eran suficientemente efectivos sobre todo en actividades enzimáticas a nivel molecular, sino que pueden utilizarse para el proceso de seguimiento y recuperación de pacientes diabéticos. Guo et al. (28) probaron el efecto hipoglucemiante de los polisacáridos (PPSC)/ extracto etéreo aislados del cáliz de *Physalis alkekengi* var. *franchetii* Makino administrando PPSC a una dosis de 200 mg, 400 mg o 800 mg/kg de peso corporal y, respectivamente, se denominaron grupo de dosis baja (PPSC-L), grupo de dosis media (PPSC-M) y dosis alta grupo (PPSC-H). Todos los ratones fueron tratados una vez al día por sonda intragástrica durante cinco semanas. Este estudio confirmó que el potencial antidiabético de PPSC puede mejorar los islotes de Langerhans y el metabolismo de la glucosa; además, se concluyó que los polisacáridos del cáliz de *Physalis alkekengi* var. *franchetii* Makino también son posibles candidatos para un nuevo agente hipoglucémico.

Por otra parte, Kasali et al. (29) mostraron que los extractos de hojas de *Physalis peruviana* tienen actividad antidiabética. El extracto acuoso preparado a partir del polvo de las hojas se administró en intervalo de dosis de 100 mg/kg a 3,2 g/kg de peso corporal. El efecto hipoglucémico se evaluó a través de una prueba de tolerancia a la glucosa. Se concluyó que el extracto acuoso crudo de las hojas de *Physalis peruviana* tienen efecto hipoglucemiante en modelo animal, en dosis de 100 mg/

kg a 3,2 g/kg de peso corporal, dosis altas pueden causar intoxicación grave. Javdan et al. (30) investigaron el efecto antidiabético del *Physalis alkekengi* var. *franchetti* en ratas diabéticas inducidas por aloxano y los efectos de un extracto etanólico de *Physalis alkekengi* var. *franchetii* por vía oral en dosis de 25, 50 y 100 mg/kg en ratas diabéticas durante 30 días. Los resultados del estudio mostraron claramente que el extracto acuoso de hojas produjo una acción hipoglucemiante significativa en una dosis de 25 mg/kg (30). Otro estudio similar fue realizado por Tong et al. (31) para evaluar el efecto antidiabético en ratones. Los investigadores evaluaron la estructura y la actividad hipoglucémica de fracción de polisacárido purificada (PPSB) con dosis de 50 y 100 mg/kg administrado por vía oral, esto redujo significativamente los niveles de glucosa. Se concluyó que el PPSB se puede considerar un candidato potencial para desarrollar un nuevo agente antidiabético.

Antineurotóxico

Abdel-Moneim et al. (32) investigaron el efecto antineurotóxico de *Physalis* L. induciendo cloruro de cadmio ($CdCl_2$) (6,5 mg/kg/día) a ratas Wistar durante cinco días. El tratamiento con cadmio indujo alteraciones neuroquímicas. Al grupo de tratamiento se le administraron dosis diarias de 200 mg/kg peso corporal del extracto metanólico del fruto del *Physalis peruviana* (MEPp) durante cinco días, el tratamiento previo con MEPp dio lugar a disminuciones en la peroxidación de lípidos y los niveles de óxido nítrico y restauró la cantidad de glutatión con éxito. Estos datos indicaron que el MEPp tiene un efecto beneficioso para mejorar la neurotoxicidad oxidativa inducida por cadmio en el cerebro de las ratas (32).

Antioxidante

En la investigación de Wu et al. (33) se evaluó el efecto antioxidante de los diferentes extractos de la planta entera de *Physalis peruviana* en ratas. Se evaluaron las actividades antioxidantes del extracto de agua caliente (HWEPP) en concentraciones de etanol (20, 40, 60, 80 y 95 %). Los resultados mostraron que a 100 mg/ml el extracto preparado a partir de etanol al 95 % mostró la tasa de inhibición más potente en un (82,3 %). En general, los extractos de toda la planta revelaron una actividad antioxidante más fuerte que el α -tocoferol y HWEPP. El estudio concluyó que los extractos de 95 % de etanol de *Physalis peruviana* poseen buenas actividades antioxidantes (33).

Antineurodegenerativo

Las propiedades antioxidantes del extracto de acetato de etilo (EAe) del fruto de *Physalis alkekengi* var. *franchetii*, y su impacto en el aprendizaje y la memoria, fueron evaluadas en el estudio realizado por Moniruzzaman et al. (34). Se le aplicó fracción de EAe a los animales a dosis de 100 y 200 mg/kg para verificar si el extracto podría mejorar los déficits de memoria. Se demostraron efectos antioxidantes dependientes de HO-1 de la fracción de acetato de etilo de *Physalis alkekengi* var. *franchetii* que pueden conferir neuroprotección en el daño oxidativo. En comparación con otras fracciones, la de EAe mostró un efecto potente en la supresión de la generación de ROS intracelular. Por lo tanto, estos resultados sugieren que *Physalis alkekengi* var. *franchetii*-EAe podría utilizarse como una terapia potencial en el tratamiento de trastornos neurológicos como la demencia (34).

Antibacterial

Shu et al. (35) trabajaron en un modelo animal e infectaron ratones con *Staphylococcus aureus* en dosis de 160, 320 y 640 mg/kg; el etanol de

Physalis L.

cáliz de *Physalis alkekengi* var. *franchetii* (50-EFP) redujo las tasas de mortalidad a 50, 58,3 y 58,3 %, respectivamente. Este estudio se diseñó para determinar que la fracción de 50 % de etanol del fraccionamiento de resina macroporosa AB-8 de un 70 % de 50-EFP mostró efectos antibacterianos o antiinflamatorios (35).

Analgesico

Da Silva Lima et al. (36) probaron el efecto analgésico del extracto etanólico del tallo del *Physalis angulata* evaluando las propiedades de las distintas clases de fisalinas sobre la hiperalgesia inflamatoria en ratones inducidos por adyuvante completo de Freund (CFA). Cuarenta minutos antes de la inducción se les administró extracto en dosis de 3 a 100 mg/kg por vía intraperitoneal. Se concluye que la hiperalgesia inflamatoria se redujo significativamente a las dos horas de la inyección, con lo que se confirma, además, que las fisalinas presentan propiedades analgésicas asociadas con eventos centrales, pero no propiedades antiinflamatorias (36).

Bastos et al. (37) probaron el efecto analgésico del extracto acuoso obtenido de las raíces de *Physalis angulata* por vía intraperitoneal con morfina (10 mg/kg) y aspirina (100 mg/kg), utilizados como control positivo, o con el extracto acuoso de *Physalis angulata* (10, 20 o 30 mg/kg) 0,5 horas antes, o por vía oral (10, 20 o 30 mg/kg) una hora antes de la inyección de ácido acético. Los resultados del estudio demostraron que el extracto acuoso de *Physalis angulata* produce una acción analgésica significativa contra los modelos químicos (dolor visceral inducido por ácido acético o dolor inducido por formalina) y térmica (prueba de placa caliente) del dolor en ratones (37).

Renoprotector

Ahmed et al. (13) evaluaron el efecto renoprotector del extracto etanólico (EEt) del fruto del *Physalis peruviana* sobre la lesión renal aguda en ratas macho adultas inducidas por el cisplatino; asimismo, se dividieron en grupos y se les administró por vía oral 100 y 150 mg de extracto/kg de peso corporal respectivamente. En el proceso, los resultados del presente estudio indicaron que el tratamiento previo con extracto del fruto, en especial a 150 mg/kg de peso corporal, protege significativamente contra la lesión renal inducida por el cisplatino, cuando se evalúan niveles de creatinina, urea, BUN, (nitrógeno de urea), PT (proteínas totales), ALB (albúmina) y GT (glutamil transferasa) (13).

Antiasmático

Park et al. (38) realizaron un estudio para probar el efecto antiinflamatorio del extracto metanólico de las hojas de *Physalis peruviana* (MEPp) contra la inflamación de las vías respiratorias con dosis de 5 mg/kg, similar al tratamiento farmacológico. En conclusión, el MEPp disminuyó significativamente la producción de inmunoglobulina total en el suero. Los resultados revelaron la presencia de hipersecreción de moco en las vías respiratorias bronquiales de los ratones expuestos a ovoalbúmina. También hay un estudio realizado por Hong et al. (39) de las partes aéreas en extracto metanólico en el que evaluaron actividades antiinflamatorias de *Physalis alkekengi* var. *franchetii* con dosis de 10, 20, 40 y 60 µg/ml en células RAW 264,7 y un modelo murino de asma inducida por ovoalbúmina e hidróxido de aluminio en un tampón de solución salina tamponada con fosfato (PBS) de 200 µL (pH 7,4), para el cual se inhibieron significativamente los recuentos de células inflamatorias y la producción de citoquinas en los fluidos de lavado broncoalveolar y la hiperreactividad de las

vías respiratorias. En conclusión, los resultados sugieren que la *Physalis alkekengi var. franchetii* puede ser un valioso material terapéutico para tratar diversas enfermedades inflamatorias, incluida el asma alérgica (39).

Protector de testículo

El efecto protector de *Physalis peruviana* L. contra la toxicidad en los testículos inducida por cadmio en ratas albinas Wistar fue evaluado por Othman et al. (40). En los grupos de tratamiento se pretrató con extracto metanólico del fruto de *Physalis peruviana* (MEPp) antes del cadmio durante cinco días. Se determinaron cambios en el peso corporal y testicular. Se midieron las enzimas antioxidantes, marcadores y testosterona. Asimismo, estos datos mostraron que el tratamiento previo de MEPp reduce el daño testicular inducido por cadmio y tiene un efecto protector contra el estrés oxidativo testicular inducido por cadmio y apoptosis (40).

Anticolesterolémico

Ramadan et al. (41) investigaron el efecto hipocolesterolémico del jugo de *Physalis* en ratas inducidas con dieta rica en colesterol (HCD) durante dos meses. Encontraron que el extracto metanólico produce aumentos significativos en la excreción de iones Na⁺, K⁺ y Cl⁻ a las dosis más altas probadas (1000 mg/kg). El orden de actividad de los aumentos de la producción urinaria fue 1000 > 500 > 250 mg. La actividad diurética demostrada por el extracto de prueba de 1000 mg/kg fue significativamente menor que la furosemida estándar (20 mg/kg) (41).

Diurético

Nanumala et al. (42) realizaron un estudio para probar el efecto diurético del extracto metanólico de las hojas de *Physalis angulata* L. en ratas albinas. Se administró a ratas experimentales por

vía oral a dosis de 250, 500 y 1000 mg/kg peso corporal. Se utilizó furosemida (20 mg/kg) como control positivo en el estudio y se evaluó el volumen de orina y la excreción del contenido de (Na⁺, K⁺ y Cl⁻). Los autores concluyeron que el extracto metanólico produjo un notable efecto diurético en comparación con el medicamento diurético llamado furosemida.

Antihistamínico

En un estudio conducido por Rathore et al. (43) se probó el efecto antihistamínico del extracto metanólico de las hojas de *Physalis angulata* L. utilizando modelos de músculo liso animal aislados, en los que el extracto vegetal posee eficacia inhibitoria frente a histamina y 5-HT. El extracto metanólico mostró una actividad antagónica en los receptores histaminérgicos y serotoninérgicos, por lo que se concluye que tiene actividad antagónica en los receptores, y esto comprueba el efecto antihistamínico (43).

Antiinflamatorio

Beiraghdar et al. (44) probaron la actividad antiinflamatoria de próstata benigna del extracto etanólico 80 % del fruto de *Physalis alkekengi var franchetii* en 86 varones con hiperplasia prostática benigna (HPB). Los pacientes recibieron 1 ml del extracto asignado dos veces al día durante dos semanas. Al asignar la visita de referencia (semana 0), los pacientes regresaron dos semanas después al departamento de urología para evaluar la seguridad y la eficacia del tratamiento. Se mostró que el volumen de la próstata y el volumen de orina existente disminuyeron significativamente; por lo tanto, extractos de *Physalis alkekengi var franchetii* pueden mejorar de forma segura y efectiva los síntomas de las vías urinarias inferiores (LUTS).

Por su parte, Wang et al. (16) realizaron un estudio para determinar el potencial antiinflamatorio y

Physalis L.

antiulceroso de extractos de las partes aéreas de *Physalis alkekengi* var. *franchetii* mediante cuatro fracciones: 1) la fracción de éter de petróleo (PEF), 2) la fracción de butanol (BF), 3) la fracción de acetato de etilo (EAF) y 4) la fracción acuosa (AF) a dosis de (100, 250 y 500 mg/kg, peso corporal). El tratamiento previo con EAF (500 mg/kg, peso corporal) redujo significativamente la intensidad del daño de la mucosa gástrica y mostró una mayor actividad gastroprotectora (90,6 %), en comparación con el fármaco estándar famotidina (84,6 %). Además, la fracción de EAF también mostró una actividad moderada ($p < 0,05$) anti-*Helicobacter pylori* con una concentración mínima de inhibición de 500 $\mu\text{g/ml}$ (16). Además, Almeida et al. (45) encontraron que un grupo de ratas inducidas con hapteno ácido 2,4,6-trinitrobenzenosulfónico (5-30 mg) en 0,25 ml de etanol al 50 % para producir colitis, recibió 25, 50 o 100 mg / kg durante cinco días del extracto de dióxido de carbono de *Physalis angulata* (PACO_2) por vía oral a las 96, 72, 48, 24 y 2 horas antes de la inducción, lo que ayudó a modular el estrés oxidativo, la respuesta inmune y la expresión de mediadores inflamatorios, y dio una utilidad potencial para el tratamiento de enfermedad inflamatoria intestinal.

Yang et al. (46) también probaron los efectos antiinflamatorios de *Physalis angulata*. El tallo y las partes aéreas del fruto se extrajeron por inversión en etanol (85 %) en los macrófagos del ratón estimulados por lipopolisacáridos (LPS) y los posibles mecanismos subyacentes. Se concluyó que *Physalis angulata* inhibió significativamente la expresión y secreción del factor de necrosis tumoral inducida por LPS (TNF- α) y la interleucina-6 (IL-6) de una manera dependiente de la dosis, lo que mostró el efecto antiinflamatorio en las ratas.

Otro estudio realizado por Castro et al. (47) evaluó el efecto intestinal en el modelo de colitis inducida por administración intrarrectal de TNBS. El extracto

etéreo total de los cálices de *Physalis peruviana* mostraron una tendencia a la regulación por aumento de mucina 2 (MUC2) y la regulación a la baja de la expresión de ciclooxigenasa 2 (COX-2), óxido nítrico sintasa (iNOS), NLRP3, IL-1 β , IL-6 e IL-10. El estudio concluyó con resultados positivos del cáliz de esta especie, un derivado natural, como una fuente prometedora de metabolitos que podrían usarse en el tratamiento de la enfermedad inflamatoria intestinal. Por su parte, Bastos et al. (48) utilizaron un extracto acuoso liofilizado de las raíces de *Physalis angulata* (AEPa) para controlar la respuesta inflamatoria inducida. La dosis de 1 mg/kg de AEPa mostró efectos antiinflamatorios significativos, volumen decreciente de exudado y número total de células inflamatorias. Asimismo, los efectos antiinflamatorios de 5 mg/kg de AEPa parecieron ser más efectivos que los de 1 mg/kg de AEPa (84, 80, 43, 70 y 75 %, respectivamente).

El efecto antiinflamatorio del extracto etéreo del cáliz de *Physalis peruviana* fue evaluado por Franco et al. (49) en un modelo murino de edema auricular (10 $\mu\text{L/lado}$). Las fracciones primarias hidroalcohólicas, de las cuales seis fueron evaluadas en el modelo inflamatorio, mostraron actividad significativa ($p < 0,05$). La fracción mayoritaria identificada como Pp-D28 LF presentó una respuesta dosis dependiente con significativa inhibición del edema en dosis superiores a 250 $\mu\text{g/oreja}$ ($p < 0,05$). Los resultados de este estudio validan el uso de los cálices de *Physalis peruviana* en la medicina popular para el tratamiento de enfermedades inflamatorias como el reumatismo (49).

Antiulceroso

Nanumala et al. (50) evaluaron el efecto antiulceroso del extracto etanólico (EEt) de hojas de *Physalis angulata*. Se administró en dosis de 250 y 500 mg/kg por vía oral a los respectivos grupos experimentales. El estudio concluyó que el EEt de

hojas de *Physalis angulata* en dosis de 500 mg/kg mostró una reducción significativa en el índice de úlcera y también inhibió significativamente el daño de la mucosa gástrica inducido por la aspirina y el etanol (50).

De acuerdo con los artículos revisados, se observa que la mayoría de los estudios corresponden a investigaciones realizadas con el fruto, con extractos acuosos, metanólicos, etanólicos y directamente con el jugo del fruto. En el caso de los extractos, las concentraciones varían desde 2 a 200 mg/kg, que son más bien bajas. Sin embargo, producen efectos antihepatotóxicos, anticancerígenos, antidiabéticos, antineurotóxicos, antineurodegenerativos, anticolesterolémicos; además, estos extractos son protectores renales y testiculares. De los 11 estudios, ocho corresponden a *Physalis peruviana* y tres a *Physalis alkekengi* var. *franchetii*. También son abundantes los estudios en hojas; se revisaron siete trabajos. En este caso, se utilizan extractos acuosos, metanólicos y etanólicos. Se demostraron efectos antihepatotóxicos, antidiabéticos, antiasmáticos, diuréticos, antihistamínicos y antiulcerosos. Las dosis aplicadas varían desde 5 a 2000 mg/kg.

También hay estudios realizados con el cáliz del fruto, zonas aéreas, raíz, tallo y planta entera. Los estudios realizados con la raíz utilizan concentraciones mucho menores, desde 1 a 60 mg/kg, con efectos anticonceptivos y antiinflamatorios. Los efectos beneficiosos para la salud que se presentan en los estudios atribuyen el efecto a compuestos fenólicos, polisacáridos, fisalina (esteroide), vitamina C, ácido urónico, fitoesteroles y ácidos grasos, lo que demuestra que la planta entera posee valiosos compuestos bioactivos. En los ensayos clínicos revisados en esta investigación sobre el género *Physalis* L. y cuatro de sus especies (*Physalis peruviana*, *Physalis angulata*, *Physalis alkekengi* var. *franchetii* y *Physalis ixo-*

carpa), todos los efectos terapéuticos han sido evaluados en diferentes partes como hojas, fruto, tallo, raíz y cáliz, y se han realizado, entre otros, en extractos acuoso, liofilizado, etéreo, metanólico, etanólico e hidroalcohólico. Así, se reportan constituyentes químicos y la gran mayoría de los encontrados son compuestos fenólicos (flavonoides, taninos, polifenoles), alcaloides, saponinas, terpenoides, glucósidos y fitoesteroles, además de contener ácidos grasos, carbohidratos, proteínas y vitaminas identificados en estas especies del género *Physalis* L. Con base en lo anterior, se ha logrado la identificación, la actividad biológica y la importancia quimiotaxonómica para este género.

CONCLUSIONES

A nivel mundial, se encontraron pocos ensayos clínicos realizados en humanos y pocos estudios sobre los efectos terapéuticos de *Physalis* L. (*Physalis peruviana*, *Physalis angulata*, *Physalis alkekengi* var. *franchetii* y *Physalis ixocarpa*), lo que refleja un campo poco estudiado. Surge entonces la necesidad de que se realicen estudios clínicos para demostrar los efectos terapéuticos de estas especies con el objetivo de mejorar la salud. Ninguno de los estudios sobre efectos terapéuticos fue realizado en *Physalis ixocarpa*, una especie que sí ha sido estudiada por su cantidad de flavonoides en países de Latinoamérica. Asimismo, existen muchos ensayos clínicos realizados en *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis alkekengi* var. *franchetii* L. que han demostrado efectos terapéuticos en estudios preclínicos (animales) utilizando diversos extractos con partes de la planta (hojas, fruto, tallo, raíz, cáliz). También es necesario realizar ensayos clínicos en humanos para evaluar los efectos terapéuticos y aprovechar los compuestos fenólicos y bioactivos de las especies de *Physalis* L. mencionadas en esta revisión. Con estos ensayos se pretende

Physalis L.

aprovechar la importancia de sus potenciales naturales y que estos puedan ser utilizados en las industrias alimentaria y farmacéutica con el objetivo compartido de innovar en fármacos por el bienestar y salud de las personas en el mundo. Además, el género *Physalis L.* tiene gran potencial económico y biológico, aunque la investigación en humanos que se realiza en este género es muy escasa.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores manifiestan que no existe conflicto de interés.

FINANCIACIÓN

No hubo financiación ni apoyo financiero para la investigación y redacción del manuscrito.

Referencias

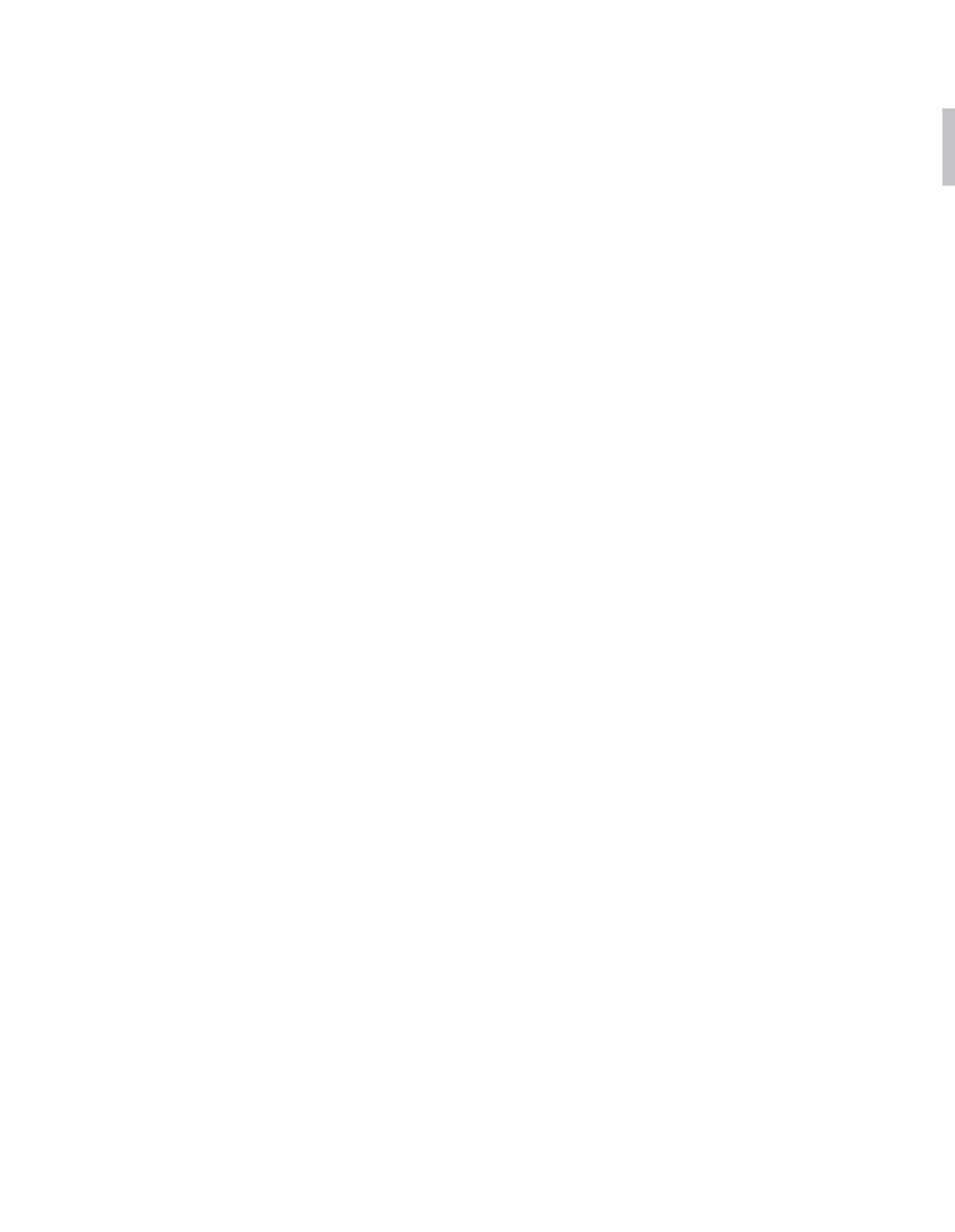
1. Organización Mundial de la Salud. OMS | Medicina tradicional. WHO [Internet]. 2010; Disponible en: https://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/
2. Newman DJ, Cragg, Gordon M. Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *J Nat Prod.* 2007;70(3):461-77. <https://doi.org/10.1021/np068054v>
3. Jaberian H, Piri K, Nazari J. Phytochemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of some medicinal plants. *Food Chem.* 2013;136(1):237-44. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.084>
4. Akhtar N, Ihsan-ul-Haq, Mirza, Bushra. Phytochemical analysis and comprehensive evaluation of antimicrobial and antioxidant properties of 61 medicinal plant species. *Arab J Chem.* 2015;11(8):1223-35. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.01.013>
5. Singh A, Duggal S, Singh H, Singh J, Katekhaye, Shankar. Withanolides: Phytoconstituents with significant pharmacological activities. *Int J Green Pharm.* 2010;4(4):229. <https://doi.org/10.4103/0973-8258.74130>
6. Zhang WN, Tong, Wang-Yu. Chemical constituents and biological activities of plants from the genus *Physalis*. *Chem Biodivers.* 2016;13(1):48-65. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201400435>
7. Puente LA, Pinto-Muñoz CA, Castro ES, Cortés M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Res Int.* 2011;44(7):1733-40. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.034>
8. Frida Susanti R, Kurnia K, Vania A, Jeremy Reynaldo I. Total Phenol, Flavanoid and Antioxidant Activity of *Physalis angulata* Leaves Extract by Subcritical Water Extraction. *Mod Appl Sci.* 2015;9(7):190. <https://doi.org/10.5539/mas.v9n7p190>
9. González-Mendoza D, Ascencio-Martínez D, Hau Poox A, Méndez-Trujillo V, Grimaldo-Juárez O, Santiaguillo Hernández JF, Cervantes Díaz L, Aviles Marin SM. Phenolic compounds and physicochemical analysis of *Physalis ixocarpa* genotypes. *Sci Res Essays.* 2016;6(17):3808-14. <https://doi.org/10.5897/SRE11.370>
10. Qiu L, Zhao F, Liu H, Chen L, Jiang Z, Liu H, et al. Two new megastigmane glycosides, physanosides A and B, from *Physalis alkekengi L. var. franchetii*, and their effect on NO release in macrophages. *Chem Biodivers.* 2008;5(5):758-63. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200890072>
11. Lima CSM, Severo J, de Andrade SB, Afonso LB, Rombaldi CV, Rufato ADR. Qualidade pós-colheita de *Physalis* sob temperatura ambiente e refrigeração. *Rev Ceres.* 2013;60(3):311-7. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000300002>
12. Dkhil MA, Al-Quraishy S, Diab MMS, Othman MS, Aref AM, Moneim AEA. The potential protective role of *Physalis peruviana L.* fruit in cadmium-induced hepatotoxicity and nephrotoxicity. *Food Chem Toxicol.* 2014;74:98-106. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.09.013>

13. Ahmed LA. Renoprotective effect of Egyptian cape gooseberry fruit (*Physalis peruviana* L.) against acute renal injury in rats. *Sci World J.* 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/273870>
14. Usos Terapéuticos-MeSH-NCBI [Internet]. [cited 2019 Apr 12]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=therapeutic+uses>
15. Da Silva BJM, Pereira SWG, Rodrigues APD, Do Nascimento JLM, Silva EO. In vitro antileishmanial effects of *Physalis angulata* root extract on *Leishmania infantum*. *J Integr Med.* 2018;16(6):404-10. <https://doi.org/10.1016/j.joim.2018.08.004>
16. Wang Y, Wang S lou, Zhang J yi, Song X ning, Zhang Z yong, Li J feng, et al. Anti-ulcer and anti-*Helicobacter pylori* potentials of the ethyl acetate fraction of *Physalis alkekengi* L. var. *franchetii* (Solanaceae) in rodent. *J Ethnopharmacol.* 2018;211:197-206. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.09.004>
17. Medina JR, Aviña GN. Revisión de flavonoides identificados en el género *Physalis* (Solanaceae), su capacidad antioxidante e importancia como marcadores químicos . *Flavonoids identified from Physalis gender (Solanaceae), its antioxidant capacity and importance as chemical m.* *Nat y Desarro.* 2014;12(June):16-27.
18. Liang L, Li C, Wang Y, Yue Y, Zhang H, Yang M, Cao X, Zhao M, Du J, Peng M, Chen Y, Li W, Xia T, Zhong R, Shu Z. *Physalis alkekengi* L var. *franchetii* Makino: A review of the pharmacognosy, chemical constituents, pharmacological effects, quality control, and applications. *Phytomedicine.* 2022;105:154328. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154328>
19. Whitson M, Manos PS. Untangling *Physalis* (Solanaceae) from the Physaloids: A Two-Gene Phylogeny of the Physalinae. *Syst Bot.* 2005;30(1):216-30. <https://doi.org/10.1600/0363644053661841>
20. Feng S, Jiang M, Shi Y, Jiao K, Shen C, Lu J, et al. Application of the Ribosomal DNA ITS2 Region of *Physalis* (Solanaceae): DNA Barcoding and Phylogenetic Study. *Front Plant Sci.* 2016;7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01047>
21. Wu J, Zhao J, Zhang T, Gu Y, Khan IA, Zou Z. Naturally occurring physalins from the genus *Physalis*: A review. *Phytochemistry.* 2021;191:112925. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112925>
22. Zhao X, Chen Z, Yin Y, Li X. Effects of polysaccharide from *physalis alkekengi* var. *Franchetii* on liver injury and intestinal microflora in type-2 diabetic mice. *Pharm Biol.* 2017;55(1):2020–5. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1345953>
23. 23. Taj D, Khan H, Sultana V, Ara J, Ehteshamul-Haque S. Antihepatotoxic effect of golden berry (*Physalis peruviana* Linn.) in carbon tetrachloride (CCl4) intoxicated rats. *Pak J Pharm Sci.* 2014;27(3):491-4.
24. Arun M, Asha V V. Preliminary studies on antihepatotoxic effect of *Physalis peruviana* Linn. (Solanaceae) against carbon tetrachloride induced acute liver injury in rats. *J Ethnopharmacol.* 2007;111(1):110-4. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.10.038>
25. Esmailpoor A, Ghasemian A, Dehnavi E, Peidayesh H, Teimouri M. *Physalis alkekengi* hydroalcoholic extract enhances the apoptosis in mouse model of breast cancer cells. *Gene Reports.* 2019;15:100366. <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2019.100366>
26. El-Kenawy AEM, Elshama SS, Osman HEH. Effects of *Physalis peruviana* L on toxicity and lung cancer induction by nicotine derived nitrosamine ketone in rats. *Asian Pacific J Cancer Prev.* 2015;16(14):5863-8. <https://doi.org/10.7314/APJCP.2015.16.14.5863>
27. Erman F, Kirecci OA, Ozsahin AD, Erman O, Kaya T, Yilmaz O. Effects of *Physalis peruviana* and *Lupinus albus* on malondialdehyde, glutathione, cholesterol, vitamins and fatty acid levels in kidney and liver tissues of diabetic rats. *Prog Nutr.* 2018;20:218-30. <https://doi.org/10.23751/pn.v20i1-S.5669>
28. Guo Y, Li S, Li J, Ren Z, Chen F, Wang X. Anti-hyperglycemic activity of polysaccharides from calyx of *Physalis alkekengi* var. *franchetii* Makino on alloxan-induced mice. *Int J Biol Macromol.* 2017;99:249-57. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.02.086>

Physalis L.

29. Kasali FM, Kadima JN, Mpiana PT, Ngbolua K te N, Tshibangu DST. Assessment of antidiabetic activity and acute toxicity of leaf extracts from *Physalis peruviana* L. in guinea-pig. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2013;3(11):841-6. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60166-5](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60166-5)
30. Javdan N. The effects of hydroalcoholic extract of *Physalis alkekengi* in alloxan -induced diabetic rats. *Pharmacologyonline.* 2011;878:874-8. <https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2011/vol2/088.jasem.pdf>
31. Tong H, Liang Z, Wang G. Structural characterization and hypoglycemic activity of a polysaccharide isolated from the fruit of *Physalis alkekengi* L. *Carbohydr Polym.* 2008;71(2):316-23. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.06.001>
32. Abdel-Moneim AE, Bauomy AA, Diab MMS, Shata MTM, Al-Olayan EM, El-Khadragy MF. The protective effect of *Physalis peruviana* L. against cadmium-induced neurotoxicity in rats. *Biol Trace Elem Res.* 2014;160(3):392-9. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.09.013>
33. Wu S-J, Ng L-T, Huang Y-M, Lin D-L, Wang S-S, Huang S-N, et al. Antioxidant Activities of *Physalis peruviana*. *Biol Pharm Bull.* 2005;28(6):963-6. <https://doi.org/10.1248/bpb.28.963>
34. Moniruzzaman M, Chin YW, Cho J. HO-1 dependent antioxidant effects of ethyl acetate fraction from *Physalis alkekengi* fruit ameliorates scopolamine-induced cognitive impairments. *Cell Stress Chaperones.* 2018;23(4):763-72. <https://doi.org/10.1007/s12192-018-0887-0>
35. Shu Z, Xing N, Wang Q, Li X, Xu B, Li Z, et al. Antibacterial and Anti-Inflammatory Activities of *Physalis Alkekengi* var. *franchetii* and Its Main Constituents . *Evidence-Based Complement Altern Med.* 2016;2016:1-10. <https://doi.org/10.1155/2016/4359394>
36. Da Silva Lima M, Evangelista A, Dos Santos G, Ribeiro M, Tomassini T, Pereira Soares M, et al. Antinociceptive properties of physalins from *physalis angulata*. *J Nat Prod.* 2014;77(11):2397-403. <https://doi.org/10.1021/np5003093>
37. Bastos GNT, Santos ARS, Ferreira VMM, Costa AMR, Bispo CI, Silveira AJA, et al. Antinociceptive effect of the aqueous extract obtained from roots of *Physalis angulata* L. on mice. *J Ethnopharmacol.* 2006;103(2):241-5. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.08.008>
38. Park HA, Kwon OK, Ryu HW, Min JH, Park MW, Park MH, et al. *Physalis peruviana* L. Inhibits ovalbumin-induced airway inflammation by attenuating the activation of NF- κ B and inflammatory molecules. *Int J Mol Med.* 2019;43(4):1830-8. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2019.4110>
39. Hong JM, Kwon OK, Shin IS, Song HH, Shin NR, Jeon CM, et al. Anti-inflammatory activities of *Physalis alkekengi* var. *franchetii* extract through the inhibition of MMP-9 and AP-1 activation. *Immunobiology.* 2015;220:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.imbio.2014.10.004>
40. Othman MS, Nada A, Zaki HS, Abdel Moneim AE. Effect of *Physalis peruviana* L. on cadmium-induced testicular toxicity in rats. *Biol Trace Elem Res.* 2014;159(1-3):278-87. <https://doi.org/10.1007/s12011-014-9955-1>
41. Ramadan MF, Hassan NA, Elsanhoty RM, Sitohy MZ. Goldenberry (*Physalis peruviana*) juice rich in health-beneficial compounds suppresses high-cholesterol diet-induced hypercholesterolemia in Rats. *J Food Biochem.* 2013;37(6):708-22. <https://doi.org/10.1007/s12011-014-9955-1>
42. Nanumala SK, Gunda K, Runja C, Sriram Chandra M. Evaluations of diuretic activity of methanolic extract of *Physalis angulata* L. leaves. *Int J Pharm Sci Rev Res.* 2012;16(2):40-2.
43. Rathore C, Dutt KR, Sahu S, Deb L. Antiasthmatic activity of the methanolic extract of. *J Med Plants Res.* 2011;5(22):5351-5.
44. Beiraghdar F, Einollahi B, Ghadyani A, Panahi Y, Hadjiakhoondi A, Vazirian M, et al. A two-week, double-blind, placebo-controlled trial of *Viola odorata*, *Echium amoenum* and *Physalis alkekengi* mixture in symptomatic benign prostate hyperplasia (BPH) men. *Pharm Biol.* 2017;55(1):1800-5. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1328445>

45. Almeida LD, Quaglio AEV, De Almeida Costa CAR, Di Stasi LC. Intestinal anti-inflammatory activity of Ground Cherry (*Physalis angulata* L.) standardized CO2 phytopharmaceutical preparation. *World J Gastroenterol.* 2017;23(24):4369-80. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i24.4369>
46. Yang YJ, Yi L, Wang Q, Xie BB, Dong Y, Sha CW. Anti-inflammatory effects of physalin E from *Physalis angulata* on lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells through inhibition of NF- κ B pathway. *Immunopharmacol Immunotoxicol.* 2017;39(2):74-9. <https://doi.org/10.1080/08923973.2017.1282514>
47. Castro J, Ocampo Y, Franco L. Cape Gooseberry [*Physalis peruviana* L.] Los cálices mejoran la colitis inducida por ácido TNBS en ratas. 2015.
48. Bastos GNT, Silveira AJA, Salgado CG, Picanço-Diniz DLW, do Nascimento JLM. *Physalis angulata* extract exerts anti-inflammatory effects in rats by inhibiting different pathways. *J Ethnopharmacol.* 2008;118(2):246-51. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.04.005>
49. Franco LA, Matiz GE, Calle J, Pinzón R, Ospina LF. Actividad antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L. *Biomédica.* 2014;27(1):110. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v27i1.237>
50. Nanumala SK, Kannadhasan R, Gunda K, Sivakumar G, Somasekhar P. Anti ulcer activity of the ethanolic extract of leaves *Physalis angulata*. *Int J Pharm Pharm Sci.* 2012;4(SUPPL. 4):226-8.



ÍNDICE / INDEX

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

Vol. 24, N.º 2, julio-diciembre de 2022, pp. 269-270.

Índice 2022

Índice de artículos

Investigaciones

1. Calidad de vida relacionada con la salud en jóvenes diagnosticados con trastornos de la conducta alimentaria que reciben terapia cognitivo conductual, n.º 1: 67-83
2. Educación nutricional grupal interactiva dirigida a niños y niñas de escuelas públicas del cantón de La Unión, Costa Rica, n.º 2: 179-196
3. Efectos de la suplementación con Moringa Oleifera en valores sanguíneos de hemoglobina y ferritina de adolescentes ecuatorianos, n.º 2: 199-210
4. Ejecución de una intervención educativa alimentaria en escolares, antes y durante el confinamiento por COVID-19, n.º 1: 85-99
5. Estrategias de prevención desde la escuela: implementación de una propuesta de enseñanza sobre nutrición humana basada en metodologías activas de aprendizaje, n.º 2: 161-177
6. Influencia del etiquetado nutricional en la decisión de compra de estudiantes universitarios, n.º 1: 17-34
7. Relación entre deficiencia de vitamina D con el estado nutricional y otros factores en adultos de la región interandina del Ecuador, n.º 1: 35-48
8. Sembrando Salud: escuelas de campo para el mejoramiento de la seguridad alimentaria en Soracá, Boyacá, Colombia en 2017, n.º 1: 49-65

Revisiones

9. Función de las vitaminas D, E y K en condiciones especiales, n.º 1: 103-124
10. Efecto bioconservante del propóleo y su aplicación en la conservación de matrices cárnicas, n.º 1: 125-135
3. Aspectos alimentarios y nutricionales en el manejo de la esclerosis múltiple, n.º 2: 211-230
4. Clorhidrato de creatina versus monohidrato de creatina, diferencias en solubilidad, efectos ergogénicos y composición corporal, n.º 2: 233-246
5. Efectos terapéuticos del género *Physalis* L.: una revisión de la literatura, n.º 2: 247-265

Índice de autores

- Acosta, Laura n.º 2: 233-246
Acosta-Canchila, María Natalia, n.º 1: 49-65
Alzate Yepes, Teresita, n.º 1: 58-99
Arbeláez Marulanda, María Camila, n.º 1: 103-124
Armas, César, n.º 2: 247-265
Arteaga Quiroz, Miguel Ángel, n.º 2: 199-210
Bazalar Palacios, Jahaira, n.º 2: 247-265
Becerra Rojas, Sergio A., n.º 1: 125-135
Bustos-Velandia, Julie, n.º 1: 49-65
Cardona, Claudia, n.º 2: 233-246
Carrasquilla-Gutiérrez, Gabriel, n.º 1: 49-65
Castro Hernández, Lasjanny, n.º 2: 211-230
Castro Molina, Susan Lorena, n.º 1: 125-135
Castro Prieto, Paula Andrea, n.º 1: 49-65
Castro, José, n.º 1: 35-48
Chávez, Melanie, n.º 1: 35-48
Fernández Aballí, Lilian Sosa, n.º 2: 199-210
Flores Castro, Ofelia, n.º 2: 179-196
Gamero Vega, Julianna, n.º 2: 247-265
Giraldo Gallego, Juan Pablo, n.º 1: 103-124
Giraldo Sánchez, Paula Andrea, n.º 1: 58-99
Gómez Franco, Ana María, n.º 1: 17-34
Gómez Velásquez, Santiago, n.º 1: 17-34
González Urrutia, Rocío, n.º 2: 179-196
González-Jaramillo, Verónica, n.º 2: 161-177
Granadillo, Emily, n.º 1: 35-48
Greca, Ileana M., n.º 2: 161-177
Henaó Roldán, Caterine, n.º 1: 103-124
Hernández Restrepo, María Camila, n.º 1: 17-34
Jaramillo Yepes, Faiber Alexis, n.º 1: 103-124
Jaramillo, Alexandra, n.º 1: 35-48
Jiménez Benítez, Mercedes, n.º 1: 67-83
Jiménez, Karina, n.º 1: 58-99
López Zapata, Javier Mauricio, n.º 1: 67-83
Maldonado Roa, Estefany, n.º 1: 125-135
Muñoz Contreras, Angélica María, n.º 1: 103-124
Muñoz Contreras, Angélica María, n.º 2: 211-230
Murillo, Marcela, n.º 2: 233-246
Ormeño Llanos, Mily, n.º 2: 247-265
Párraga Acosta, Johanna, n.º 2: 199-210
Pazmiño, Karina, n.º 1: 35-48
Pérez Cardoso, Carmen Natacha, n.º 2: 199-210
Quitral, Vilma, n.º 2: 247-265
Rentería Ochoa, Maribel, n.º 2: 211-230
Robles Rodríguez, Julieta Beatriz, n.º 1: 35-48
Rodríguez, Alejandro, n.º 1: 35-48
Vásquez Giler, Yira, n.º 2: 199-210
Vivas Intriago, Ángel Adolfo, n.º 2: 199-210

Índice temático

- Ácidos grasos, n.º 2: 211-230
Adiposidad, n.º 2: 233-246
Adolescentes, n.º 2: 161-177; 199-210
Agente antimicrobiano, n.º 1: 125-135
Alimentación, n.º 1: 85-99
Alimentación saludable, n.º 2: 179-196
Ambiente escolar, n.º 2: 179-196
Anorexia nerviosa, n.º 1: 67-83
Antioxidantes, n.º 1: 125-135, n.º 2: 211-230
Aprendizaje colaborativo, n.º 2: 161-177
Bulimia nerviosa, n.º 1: 67-83
Calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), n.º 1: 67-83
Cáncer, n.º 1: 103-124
Carencia nutricional, n.º 2: 199-210
Colombia n.º1: 17-34
Comportamiento del consumidor n.º1: 17-34
Composición corporal, n.º 2: 233-246
Conservantes de alimentos, n.º 1: 125-135
COVID-19, n.º 1: 85-99
Creatina, n.º 2: 233-246
Declaración de nutrientes n.º1: 17-34
Deficiencia de vitamina D, n.º 1: 35-48
Desarrollo humano, n.º 1: 49-65
Dieta, n.º 2: 211-230
Dosis, n.º 1: 103-124
Ecuador, n.º 1: 35-48
Educación en salud, n.º 2: 161-177
Educación, n.º 1: 49-65; 85-99
Educación nutricional, n.º 2: 179-196
Efectos ergogénicos, n.º 2: 233-246
Enfermedad, n.º 1: 103-124
Enfermedades cardiovasculares, n.º 1: 103-124
Esclerosis múltiple, n.º 2: 211-230
Escolares, n.º 1: 85-99
Escuela, n.º 2: 161-177
Estado nutricional, n.º 1: 35-48
Estudiantes del área de la salud n.º1: 17-34
Etiquetado de alimentos n.º1: 17-34
Etiquetado nutricional n.º1: 17-34
Flavonoides, n.º 1: 125-135
Fuerza Muscular, n.º 2: 233-246
Golden Berry, n.º 2 247-265
Hierro, n.º 2: 199-210
Huesos, n.º 1: 103-124
IMC, n.º 1: 35-48
Impactos en la salud, n.º 1: 125-135
Información nutricional complementaria n.º1: 17-34
Ingesta, n.º 1: 103-124
Micronutrientes, n.º 2: 211-230
Moringa oleífera, n.º 2: 199-210
Nutrición, n.º 2: 161-177; 211-230
Nutrientes, n.º 2: 211-230
Obesidad infantil, n.º 2: 179-196
Obesidad, n.º 1: 35-48; 85-99
Participación, n.º 1: 49-65
Physalis L., n.º 2: 247-265
Población rural, n.º 1: 49-65
Polifenoles, n.º 2: 247-265
Promoción de la salud, n.º 2: 179-196
Propóleo, n.º 1: 125-135
Rendimiento atlético, n.º 2: 233-246
Rotulación de alimentos n.º1: 17-34
Seguridad alimentaria, n.º 1: 49-65
Sistema musculoesquelético, n.º 1: 103-124
Sobrepeso, n.º 1: 35-48
Suplementos dietéticos, n.º 2: 199-210, n.º 2: 233-246
Terapia cognitivo-conductual, n.º 1: 67-83
Trabajadores, n.º 1: 35-48
Trastornos de alimentación y de la ingestión de alimentos, n.º 1: 67-83
Usos terapéuticos, n.º 2 247-265
Vitamina D, n.º 1: 103-124
Vitamina E, n.º 1: 103-124
Vitamina K, n.º 1: 103-124

Índice de árbitros

Arguello, Paola
Armendáriz Anguiano, Ana Lilia
Bezares Sarmiento, Vidalma del Rosario
Duarte Silva, Lissette
Fernández Rojas, Xinia
Flórez García, Nieves Zoraida
García Vieyra, María Isabel
Gómez Bautista, Sandra Liliana
González Franco, Luis Ricardo
González Urrutia, Rocío
Hernández Ramírez, Gabriel
Luzardo Ocampo, Iván Andrés
Macía, Dannya
Meza Jiménez, María de Lourdes
Morán Rey, Javier
Olalde Libreros, Guadalupe
Olascuaga Catillo, Karyn
Parra Castillo, Aleyda
Pulido Peñaloza, Luz Marina
Raggio, Laura
Santana Porbén, Sergio
Sorgentoni, Ileana Silvia
Suárez Calixto, Robert
Suárez Diéguez, Teodoro

Scope and editorial policy

Perspectivas en Nutrición Humana is a scientific publication from the School of Nutrition and Dietetics at the Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Its mission is the development and dissemination of academic and research advances in the various fields of nutrition, foods and feeding, and dietetics, aimed at an audience of students and professionals who make use of knowledge in this area.

The journal has been published each semester, without interruption, since 1999, making it a reference for research in human nutrition in Colombia as well as other countries in Latin America.

Peer review process

The receipt of a manuscript does not constitute an obligation on the part of the Editorial Board to publish it.

All manuscripts submitted to *Perspectivas en Nutrición Humana* are peer-reviewed in a double-blind process in which both the authors and reviewers remain anonymous throughout the review. Evaluators are selected based on experience, reputation, and recommendation by their academic peers.

The manuscript evaluation procedure is as follows: when a manuscript arrives to *Perspectivas en Nutrición Humana*, a member of the Editorial Board analyzes the manuscript to verify compliance with the requirements of the Journal and to assess the quality of the article. The manuscript is then discussed with the Editorial Board, who may decide to reject it based on lack of interest or more specific deficiencies. If changes are needed, authors are notified. Manuscripts that meet the requirements of the Editorial Board are sent out for review by two national or international academic peers, who must give a written consent in the established format for this, through the platform Open Journal System (OJS).

If there is disagreement between the first two reviewers, the manuscript is sent to a third reviewer. The expert reviewers make recommendations based on academic rigor, whether the manuscript meets the objectives of the Journal, and the overall quality of the manuscript. Finally, the reviewers make one of three conclusions: accept unchanged, accept conditionally, or reject.

The manuscripts accepted conditionally are returned to authors with a letter requesting that they make specific changes; when the authors do not accept a suggestion, they must have reasons for justification. The authors must send the new version using the platform OJS within 10 (ten) calendar days from the date of notification. After receiving the revised manuscript, the editor inspects the changes and then either accepts or rejects the manuscript.

Editorial Process

The Editor or a member of the Editorial Committee reviews manuscripts submitted to *Perspectivas en Nutrición Humana*. If the submission abides by the policies of the journal, the Editor contacts two experts for evaluation in a double-blind process, described in the section "peer review process."

Acceptance: When the Editor confirms that the manuscript complies with all of the requirements of publication, the authors are notified. Once various manuscripts have been accepted, the Editor selects six to seven, as well as the order in which they will appear, for the release of the latest edition of the journal.

Copyediting: the review and adjustment of the manuscript includes editing, coherence, spelling, titling, citation and references, and other details.

Layout: the final version of the article is sent to a publishing company that organizes the text according to the

Instrucciones to the Authors

established design. Support staff and the respective author review the proofs for corrections and adjustments within a maximum of 48 hours, which can take several iterations. The publisher sends the final article in PDF format for dissemination and for the journal website.

Publication: The printed version is similar to the electronic version and is increasingly less needed, generally only for distribution to institutions that require journals in this format.

No-pay Policy

Perspectivas en Nutrición Humana does not charge authors for submission, evaluation, or publication of manuscripts, does not pay journal reviewers, and does not charge online readers for the download of complete articles.

Open Access Policy

Perspectivas en Nutrición Humana is committed to open access policies defined by Unesco for providing free access to scientific and academic peer-reviewed information. In compliance with this directive the journal will provide immediate free access to all articles, through the platform OJS.

The journal is published under a Creative Commons license as Attribution - Non-commercial - Share alike. This license lets others remix, tweak, and build upon an author's work non-commercially, as long as they give due credit, and provided that the author and the original source(s) of publication (journal, editorial and URL) are acknowledged and license their new creations under the identical terms.

Ethical Considerations

All authors submitting contributions to *Perspectivas en Nutrición Humana* must professionally and ethically certify that their contributions are unpublished, have clear and proper management of data and sources, are free of any form of fraud or scientific plagiarism, and that the submission is not under review by any other publication while are being evaluated by the journal. All manuscripts are reviewed using the CrossCheck program and *Per-*

spectivas en Nutrición Humana will deny manuscripts with any evidence of plagiarism.

The authors agree to comply with the guidelines as well as international, national, and institutional requirements for human or animal research. Authors must confirm that they have obtained approval by an ethics committee, as applicable, and show permission to reproduce any content used from other sources.

The journal agrees to comply with and respect the rules of ethical conduct at all stages of the evaluation, editing, and publishing process.

Evaluators should inform the editor if they detect any conflict of interest in the article, or if they themselves have any impediment to participate as a reviewer. Additionally, reviewers must commit to not using or commenting on submissions, and may not contact authors to discuss issues related to any manuscript.

The Journal adheres to the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE): http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf

Conflicts of Interest

Authors should disclose relationships that may create conflicts of interest, or in the absence of a conflict, note at the end of the manuscript - for example: The authors declare no conflicts of interest.

Informed Consent

If applicable, the submission must account for the agreement by which the research subject authorizes their participation in research, with the assurance that the confidentiality and privacy of the information provided by participants will be maintained.

Copyright

The content of published articles is the opinion of the authors and does not reflect the position or opinion of *Perspectivas en Nutrición Humana*. Published manuscripts are subject to the following conditions:

1. Authors retain property rights (copyright) of their manuscripts and agree that the journal retains the right of first publication of the article, as well as its use in the terms defined by the Creative Commons Attribution-Noncommercial- Share alike. This license lets others remix, tweak, and build upon an author's work non-commercially, as long as due credit is given and provided that the author and the original source(s) of publication (journal, editorial and URL) are acknowledged and license their new creations under the identical terms.
2. Authors are permitted and encouraged to electronically disseminate the post-print version (revised and published) of manuscripts, adhering to the terms of the Creative Commons license, as noted above.
3. The authors agree with the license of use utilized by the journal, the conditions of self-archiving, and the open access policy.

Types of articles

Instructions for authors are based on the requirements of the Permanent Indexing Services of Colombian Scientific and Technological Journals of Colciencias and of the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals of the International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver style). <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>

The journal publishes the following types of articles, based on the classifications and requirements of the Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) Publindex:

1. *Articles of technology and scientific research.* Detailed documents presented with original results of research projects.
2. *Review article.* Refers to research documents where results have been analyzed, classified, and integrated into published (or unpublished) research, in order to give an account of developments and trends in the area of food and nutrition. Its objective is to analyze references on a specific subject matter and to provide a specific perspective. These articles are

characterized by a careful literature review of at least 50 references.

3. *Reflection.* Paper or document presenting a specific topic from the analytical, interpretative, or critical perspective of the author. It contains statements and generalizations to fill knowledge gaps or provide solutions, but may well leave the door open to be challenged by another researcher. Reflection papers follow the same organization of research articles in relation to the various sections, but without presenting results and discussion sections.
4. *Editorial.* Document written by a member of the Editorial Committee or a researcher invited to help guide on thematic matters of the journal.
5. *Letters to the director:* Critical, analytical dispositions, or interpretations of journal documents that constitute an important contribution to the subject discourse by the scientific community of references.

Preparation and format of articles

The manuscript is presented in Word Processor text, letter size paper, double spaced, 12 cpi (characters per inch), Arial font, with no space between paragraphs and pagination is consecutive.

The length of the literary work should not exceed the 25 pages.

All items must be accompanied by a cover sheet (Format O1) with the following information:

Title. In Spanish, should be concise but informative. Does not exceed 25 words, bold and centered. Uppercase is used only in the initial letter or proper names.

Authors. List the names of the authors in the order in which they will appear in the article, along with their institutional affiliations, city and country, and email. To facilitate standardization, it is recommended to visit the site Open Researcher and ContributorID (Orcid), which provides researchers with a persistent and unique digital identifier to distinguish them from all other researchers. <https://orcid.org/signin>

Instrucciones to the Authors

Authors from Universidad de Antioquia must adhere to the resolution that establishes an institutional signature with which to identify academic production. <http://secretariageneral.udea.edu.co/doc/i37292-2013.pdf>

Include the full address of the author responsible for correspondence, including phone number, fax, and email address. Disclose funding sources or financial support received for the research.

The manuscript should include the following sections:

1. Title should be concise but informative. Does not exceed 25 words, bold and centered. Uppercase is used only in the initial letter or proper names.
2. Abstract in English and Spanish. These are presented on the second page of the article, with a maximum of 200 words each. The abstract is structured and includes the following sections: background, objective, materials and methods, results, and conclusions.
3. Key words in English and Spanish. Specify five to eight key words that enrich and give a general idea of the content of the work for indexing systems, based on controlled vocabularies: Health science descriptors, in Spanish (DeCS) <http://decs.bvs.br>. In English, Medical Subject Headings (MeSH) <http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.htm>
4. Text. The structure to be followed will depend on the article type, according to the following:

- **Article of scientific and technological research**

- * Introduction
- * Materials and methods (must include statistical analysis and ethical considerations in the case of human and animal studies).
- * Results
- * Discussion
- * Conclusion
- * Declaration of Conflict(s) of Interest
- * Acknowledgements (optional)
- * References

- **Article of reflection**

- * Introduction
- * Reflection
- * Conclusions
- * Declaration of Conflict(s) of Interest
- * References

- **Review article**

- * Introduction
- * Materials and methods
- * Results and discussion
- * Conclusions
- * Acknowledgements
- * References

5. Tables and figures

Limit strictly to only what is necessary to illustrate the subject of the article. These are located at the end of the text in the order that individually titled tables or figures were mentioned. At the top of the page are the titles with Arabic numerals. Column headers are in bold and only the first letter is in uppercase. Use symbols in the following order: *, †, ‡, §, ||, ¶, **, ††, ‡‡. The tables have only horizontal lines between the title and the text box, between text boxes and the contents of the table, and between content and sources. Vertical lines are not used.

Figures can be graphics or pictures, the latter should be of good quality and in black and white, or in specific cases colors can be used. The journal reserves the right whether to publish color figures.

Units of measurement are to be abbreviated based on the International System of Units. <http://www.sic.gov.co/drupal/sistema-internacional-de-unidades>

When mentioned for the first time, abbreviations and acronyms must be written out in full, followed by the abbreviation or acronym. It is recommended to use them only when strictly necessary and preferably those that are commonly recognized.

6. Citation and references

Citation of references in the text is done in consecutive form in Arabic numbers in parenthesis and not

in subscript, in the order they are first mentioned, at the end of an idea or cited text. When there is more than one reference number, they must be separated by a comma without a space. When there are various consecutive reference numbers, they are separated by a dash, as such: (10-12). For a direct citation the last name of the author is cited, followed by the corresponding reference number in parenthesis. If there are more than two authors for a direct citation the term et al. is employed, as such: according to Candelaria et al. (18).

Quotes are when a word-for-word fragment of text from a document is inserted into the article. A literal quote should include in its reference the page number where it can be found. If a short literal fragment, up to two lines, is borrowed, quotation marks should be used in the text itself, for example: Simons et al. conclude that the anxiety mechanism is “imperfectly known and understood by many practicing doctors” (p4). If a longer direct text fragment is used (more than two lines), the literal text is shown in a separate paragraph, indented and in italics. This also applies to direct communications, responses, or interviews. For example: as Rebecca Vasquez maintains (13):

The professional must be competent, with humane qualities and common sense, trained in communications, and able to help the patient confront their death. We must promote the humanization of care in technical and relational aspects to better treat the patient as a human being, using individualized care given that each person is unique in personality and needs (p. 245).

The bibliographic references will be documented in their original language, based on the rules of the International Committee of Directors of Medical Journal Editors (ICMJE), known as standards of Vancouver, taken from the National Library of Medicine: https://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Whenever possible, the DOI or URL should be provided for references.

Classic examples of references of different types of documents are attached.

Journal articles

Surname Initial of the name, Surname Initial of the name (of the author [s]). Article title. International abbreviation of the journal. Year;volume(issue):initial-final page of the article. DOI and if it is not available, add the URL

Kingdom JC, Audette MC, Hobson SR, Windrim RC, Morgen E. A placenta clinic approach to the diagnosis and management of fetal growth restriction. *Am J Obstet Gynecol.* 2017;218(2):S803-17. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.11.575>

Laing B, Mangione C, Tseng C, Leng M, Vaisberg E, Mahida M, et al. Effectiveness of a smartphone application for weight loss compared with usual care in overweight primary care patients: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2014;161(Suppl 10):S5-12. <https://doi.org/10.7326/M13-3005>

Journal title abbreviations:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=journals>,
<http://journalseek.net/>

Books and monographs

Surname Initial of the name, Surname Initial of the name (of the Author [s] Director / Coordinator / Editor of the book.). Title of the book. Edition. Place of publication: Editorial; year, page.

Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, editors. *Modern nutrition in health and disease.* 11a ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins Wolters Kluwer Health; 2013, 1648 pp.

Book Chapters

Surname Initial of the name (of the Author [s] of the chapter). Chapter title. In: Director / Coordinator / Editor of the book. Title of the book. Edition. Place of publication: Editorial; year. initial-final page of the chapter.

Pohl-Valero S. Alimentación, raza, productividad y desarrollo. Entre problemas sociales, nacionales y políticas nutricionales internacionales, Colombia, 1890-1950. En: Mateos G, Suárez-Díaz, E (dirs.). *Aproximaciones a lo local y lo global: América Latina*

Instruccions to the Authors

en la historia de la ciencia contemporánea. México: Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano; 2016, pp. 115-54.

Presentations

Alcaraz López G, Restrepo Mesa SL. La investigación cualitativa y sus aportes prácticos a la alimentación y nutrición humana. En: Memorias 11º Simposio Nacional de Nutrición Humana: una visión de futuro. Medellín: Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia. Centro de Atención Nutricional; 2006.

Studies from degrees, manuscripts, and theses

Alzate SM, Acevedo Castaño I. Descripción de los indicadores antropométricos y del consumo de kilocalorías, macro nutrientes y fibra, de las personas con diabetes mellitus tipo 2 que asisten a la Sociedad Antioqueña de Diabetes. [Tesis de Especialista en Nutrición Humana]. Medellín: Universidad de Antioquia. Escuela de Nutrición y Dietética; 2004.

Electronic archiving

Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS, editors. Harrison's online [Internet]. 16th ed. Columbus, OH: McGraw-Hill; 2006. [Cited November 2006]. Available in: <http://www.accessmedicine.com/resourceTOC.aspx?resourceID=4>

In the case of a document from an official body, it is convenient to mention the country at the beginning:

Chile, Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Departamento de Planificación y Estudios. Informe Mapa Nutricional 2013. [Citado junio 2016]. Disponible en: <http://www.junaeb.cl/wp-content/uploads/2013/03/Informe-Mapa-Nutricional-2013.pdf>

Submitting articles

Authors are able to register and submit items to the journal directly through the journal's web site: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion> which uses Open Journal System (OJS). The author must submit the following documents:

Article without the authors' names.

cover sheet (Format 01).

Letter of responsibility of authorship (Format 02), signed by all authors and scanned, consisting of proof of prior knowledge of the article and mutual agreement of its content; and, that the manuscript has not been published previously or submitted for publication in another journal. Additionally authors must acknowledge that there is no conflict of interest and that all the authors comply with the following requirements: important contributions to the idea and design of the study; data collection or data analysis and interpretation; drafting the article or critically reviewing its substantial intellectual content; and final approval of the version to be published.

Resume author curriculum vitae format (Format 03), completed by each of the authors.

To facilitate the submission of contributions, we recommended:

- Register in the journal, if you already have a password, simply identify and initiate the entry of the article. As a user, in any of the journals, you are able to receive access to all articles each time a publication comes out, along with the opportunity to communicate with authors, editors, and other staff of the publications.
- Before submitting an article, authors and articles must conform to the rules in this document.
- For input of a manuscript follow the five steps in the OJS: 1. Beginning. 2. Enter the submission's metadata. 3. Upload shipping. 4. Upload supplementary files. 5. Confirming the submission. To avoid problems, these steps can be taken consecutively in a single session (see detailed guide on the website, information for authors section).
- The system prompts, separately, the metadata: the section to which it belongs, language, data from the authors, title, abstract and key words in English and Spanish.
- Before you upload the article, remove authors' information to ensure the anonymity of a double-blind peer review, which is used in the evaluation. Save a copy of the submitted documents, as the Journal does not assume liability for damages or loss.

Address

Universidad de Antioquia

Escuela de Nutrición y Dietética

Perspectivas en Nutrición Humana

Carrera 75 N.º 65-87

Telephone (57)(4) 2199230, 2199216

Fax (57)(4) 230 50 07

revistapnh@udea.edu.co

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion>

Medellín-Colombia