

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

# ALAN

Volumen 75, N°1  
Enero - Marzo 2025

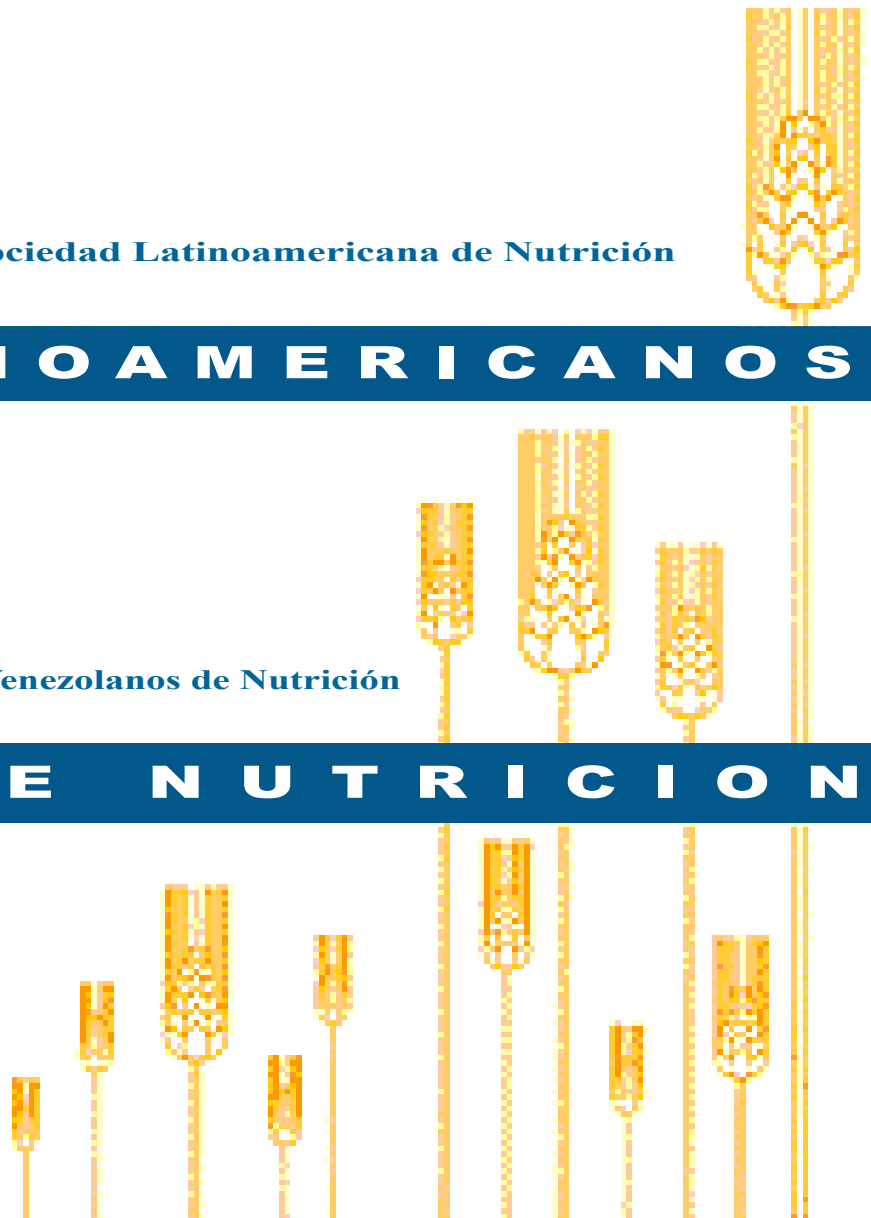
A R C H I V O S

Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

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

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



ALAN-VE ISSN0004-0622  
Depósito Legal: pp 199602DF83

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Correo electrónico:** [info@alanrevista.org](mailto:info@alanrevista.org)

**Página web:** [www.alanrevista.org](http://www.alanrevista.org)

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

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

**Página web:** [Nexus Radical® - web@nexusradical.com](http://NexusRadical.com)

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Revista Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

**VOL 75**

**ENERO - MARZO 2025**

**N° 1**

---

### Contenido

Páginas

#### ARTÍCULOS ORIGINALES

##### **Perfil dietario y habilidades cognitivas en escolares chilenos**

*Pablo Matías Gabriel San-Martín-Roldán, David San-Martín-Roldán,  
Paulina Bórquez-Cárcamo, Francisco Providel-Osorio.....* 1

##### **Riesgo de desarrollar diabetes mellitus y su asociación con los hábitos alimentarios en estudiantes universitarios**

*Alejandra Betancourt Silván, Anabell Carrillo Navarro, Viridiana Olvera Hernández,  
Ligia Araceli Barragán Lizama, Viviana Valencia Ramón, Conny Pineda Pérez,  
Alma Mileira Zetina Esquivel.....* 8

##### **Calidad de vida y calidad de la alimentación en adultos del norte de Chile**

*Nelson Hun, Felipe González-Fernández, Christian Acevedo, Diego Alarcón,  
Jaime Miranda, Ana Mora, Samantha Bernal-Gómez, Tania Martínez-Rodríguez.....* 18

##### **Formulación de galletas endulzadas con hojas de estevia rebaudiana Bertoni: caracterización fisicoquímica, microbiológica, nutricional y sensorial**

*Guillermina Ailén Guerrero, Marisa Beatriz Vázquez, Marina Laura Wallinger.....* 27

#### ARTICULOS DE REVISIÓN

##### **Análisis aproximado del riesgo de exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) extrapolado al consumo de café de la población uruguaya**

*Maria Pia Imer Rocha Pita, Daniela Colman Gonzalez, Carolina Santin Kerabelnik,  
Sofía Vargha Acosta, Carolina Menoni.....* 36

##### **Magnesio, catión esencial. Una revisión narrativa de la ingesta y recomendaciones de ingesta en varios continentes y en Venezuela**

*Lusliany J Rondón.....* 48

##### **Batata (*Ipomoea batatas*, L.) tubérculo nutritivo y saludable. Revisión**

*Marisa Guerra, Alexia Torres.....* 65

#### Editorial

##### **In memoriam Dr. Eduardo Atalah Samur**

*Manuel Ruz, Fernando Carrasco, Rodrigo Valenzuela.....* 78

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

**VOL 75**

**JANUARY - MARCH 2025**

**N° 1**

---

### Contents

Pages

#### ORIGINAL ARTICLE

**Dietary profile and cognitive abilities in Chilean schoolchildren**

*Pablo Matías Gabriel San-Martín-Roldán, David San-Martín-Roldán,  
Paulina Bórquez-Cárcamo, Francisco Providel-Osorio.....* 7

**Risk of developing diabetes mellitus and its association with eating habits  
in university students**

*Alejandra Betancourt Silván, Anabell Carrillo Navarro, Viridiana Olvera Hernández,  
Ligia Araceli Barragán Lizama, Viviana Valencia Ramón, Conny Pineda Pérez,  
Alma Mileira Zetina Esquivel.....* 8.

**Quality of life and dietary quality in adults in northern Chile**

*Nelson Hun, Felipe González-Fernández, Christian Acevedo, Diego Alarcón,  
Jaime Miranda, Ana Mora, Samantha Bernal-Gómez, Tania Martínez-Rodríguez.....* 18

**Formulation of cookies sweetened with *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves:  
physicochemical, microbiological, nutritional and sensory characterization**

*Guillermina Ailén Guerrero, Marisa Beatriz Vázquez, Marina Laura Wallinger.....* 27

#### REVIEW ARTICLE

**Preliminary risk assessment of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)  
based on coffee consumption in the Uruguayan population**

*María Pia Imer Rocha Pita, Daniela Colman Gonzalez, Carolina Santin Kerabelnik,  
Sofía Vargha Acosta, Carolina Menoni.....* 36

**Magnesium, an essential cation. A Narrative Review of Magnesium Intake and  
Recommended Dietary Intakes in some Continents and Venezuela**

*Lusliany J Rondón.....* 48

**Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.), nutritious and healthy tuber. A review**

*Marisa Guerra, Alexia Torres.....* 65

#### Editorial

**In memoriam Dr. Eduardo Atalah Samur**

*Manuel Ruz, Fernando Carrasco, Rodrigo Valenzuela.....* 78

## Perfil dietario y habilidades cognitivas en escolares chilenos

Pablo Matías Gabriel San-Martín-Roldán<sup>1</sup> , David San-Martín-Roldán<sup>2</sup> ,  
Paulina Bórquez-Cárcamo<sup>3</sup> , Francisco Providel-Osorio<sup>4</sup> .

**Resumen: Perfil dietario y habilidades cognitivas en escolares chilenos. Introducción:** La nutrición es crucial en todas las etapas de la vida, especialmente durante la infancia y adolescencia, cuando se necesita una dieta que favorezca el crecimiento neural. Una buena alimentación aporta proteínas y micronutrientes esenciales para el desarrollo cognitivo, mientras que una dieta deficiente, alta en ultraprocesados ricos en grasas, sodio y azúcares, puede asociarse con una menor adquisición o disminución de habilidades cognitivas. A nivel mundial, el consumo de alimentos ultraprocesados va en aumento. **Objetivo:** Evaluar la asociación entre el perfil de la dieta y los resultados en subpruebas de cálculo, fluidez en matemáticas y problemas aplicados del test de habilidades cognitivas Woodcock-Muñoz en escolares chilenos de 7 a 11 años. **Materiales y métodos:** Estudio transversal basado en datos de la Tercera Encuesta Longitudinal de Primera Infancia 2017, con una muestra de 10132 niños/as de 7 a 11 años. Se empleó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar puntajes medianos en las subpruebas, distribuidos en tres niveles de perfil de dieta. **Resultados:** La edad promedio fue 9,4 años (DE = 1,2), con distribución similar en ambos sexos. Se observaron diferencias significativas en problemas aplicados ( $p = 0.00010$ ) y cálculo ( $p = 0.00154$ ), con puntajes menores en el grupo de dieta menos saludable; no hubo diferencias en fluidez matemática ( $p = 0.56300$ ). **Conclusiones:** Un perfil de dieta baja en alimentos saludables y alta en ultraprocesados se asocia con menores puntajes en subpruebas cognitivas, subrayando la necesidad de estrategias educativas para mejorar los hábitos alimentarios y el desarrollo cognitivo en niños chilenos. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 1-7.**

**Palabras clave:** Nutrición infantil, habilidades cognitivas, rendimiento académico, consumo de alimentos, alimentos ultraprocesados.

**Abstract: Dietary profile and cognitive abilities in Chilean schoolchildren. Introduction:** Nutrition is crucial in all stages of life, particularly during childhood and adolescence, when a diet that promotes neural growth is essential. Good nutrition provides proteins and micronutrients that are vital for cognitive development, whereas a deficient diet, high in ultra-processed foods rich in fats, sodium, and sugars, can be associated with reduced cognitive abilities. Worldwide, the consumption of ultra-processed foods is on the rise. **Objective:** To evaluate the association between dietary profile and performance in calculation, math fluency, and applied problems subtests of the Woodcock-Muñoz cognitive abilities test in Chilean schoolchildren aged 7 to 11. **Materials and methods:** Cross-sectional study based on data from the Third Longitudinal Survey of Early Childhood 2017, with a sample of 10.132 children aged 7 to 11. The Kruskal-Wallis nonparametric test was used to compare median scores on the subtests, distributed across three levels of dietary profile. **Results:** The average age was 9.4 years (SD = 1.2), with a similar distribution between sexes. Significant differences were observed in applied problems ( $p = 0.00010$ ) and calculation ( $p = 0.00154$ ), with lower scores in the group with a less healthy diet. No differences were observed in math fluency ( $p = 0.56300$ ). **Conclusions:** A dietary profile low in healthy foods and high in ultra-processed items is associated with lower cognitive subtest scores, underscoring the need for educational strategies to improve dietary habits and cognitive development in Chilean children. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 1-7.**

**Keywords:** Child nutrition, cognitive abilities, academic performance, food consumption, ultraprocesados foods.

### Introducción

La nutrición infantil desempeña un papel crucial en el desarrollo cerebral y el rendimiento escolar a nivel global. Después de la primera infancia, el período escolar y la adolescencia representan una "segunda ventana" de oportunidad para potenciar

<sup>1</sup>Área de Nutrición Clínica, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad Católica del Maule, Talca, Región del Maule, Chile. <sup>2</sup>Escuela de Obstetricia, Facultad de Ciencias para el Cuidado de la Salud, Universidad San Sebastián, Puerto Montt, Chile. <sup>3</sup>Clínica Las Condes. <sup>4</sup>Universidad Mayor. Autor para la correspondencia: Pablo Matías Gabriel San-Martín-Roldán, e-mail: psanmartin@ucm.cl



el crecimiento y las capacidades cognitivas (1). Una alimentación adecuada durante esta etapa favorece el desarrollo cerebral y mejora tanto el logro educativo como las funciones cognitivas (1). No obstante, las tendencias alimentarias actuales evidencian que una proporción importante de niños en edad escolar no lleva una dieta saludable, caracterizada por ingesta insuficiente de frutas, verduras, pescado y lácteos, junto con el consumo habitual de alimentos ultraprocesados ricos en azúcares, sal y grasas (1).

Esta situación ha derivado tanto en deficiencias por malnutrición como en un aumento alarmante de la obesidad infantil, factores que pueden afectar el desempeño cognitivo (2). Las carencias de micronutrientes esenciales—como hierro, zinc, yodo y vitaminas del complejo B— durante la infancia se asocian con alteraciones en funciones cognitivas como atención, memoria y lenguaje (3). Paralelamente, el exceso de alimentos de baja calidad nutricional se vincula con problemas metabólicos que también podrían incidir en el funcionamiento cerebral (4).

Chile ejemplifica estos problemas nutricionales. En las últimas décadas, la transición alimentaria ha llevado al país a una de las mayores prevalencias de obesidad infantil en la región (5). Aproximadamente el 25% de los niños presenta obesidad y otro 29% sobrepeso, coexistiendo con patrones dietarios desequilibrados: alto aporte calórico, bajo consumo de frutas y verduras, e ingesta excesiva de pan y productos azucarados (6). Se estima que el 95% de la población infantil no cumple con las recomendaciones dietéticas (6).

Diversos estudios han alertado sobre la influencia de la alimentación en el desarrollo cognitivo. Un enfoque emergente es considerar patrones dietarios globales, más allá de nutrientes individuales. Evidencia longitudinal sugiere que niños con dietas poco saludables tienden a obtener puntajes cognitivos más bajos con el tiempo (7). Por ejemplo, en una cohorte se observó que preescolares con dieta rica en ultraprocesados presentaban menores

coeficientes intelectuales en la adolescencia, incluso tras ajustar por obesidad y nivel socioeconómico (8).

Un meta-análisis reciente reportó que una mayor adherencia a la dieta mediterránea se correlaciona positivamente con el rendimiento académico en niños y adolescentes (9). En Chile, estudios también han mostrado que el consumo de alimentos no saludables se relaciona con menor desempeño en pruebas estandarizadas, como el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) (10).

Entre las distintas áreas del desarrollo cognitivo, el pensamiento lógico-matemático destaca por su relevancia adaptativa. Las habilidades matemáticas tempranas predicen el éxito académico futuro y se vinculan con competencias generales como resolución de problemas, planificación y pensamiento abstracto (11). Déficits en esta área en la infancia se asocian con mayores dificultades escolares y funcionales a largo plazo (12).

A diferencia de trabajos previos que han utilizado medidas globales de rendimiento (como puntajes de inteligencia general o promedios académicos), nuestro estudio adopta una aproximación más específica evaluando tres subpruebas del test de habilidades cognitivas Woodcock-Muñoz: Cálculo, Fluidez en matemáticas y Problemas aplicados. Estas subpruebas ofrecen una medición detallada y diferenciada de las competencias lógico-matemáticas. Cálculo evalúa la capacidad del niño para realizar operaciones aritméticas en forma escrita, abarcando desde sumas y restas básicas hasta cálculos de mayor complejidad conforme a su edad. Fluidez en matemáticas mide la rapidez y eficiencia con que el escolar puede resolver operaciones sencillas (adiciones, sustracciones, etc.) bajo un límite de tiempo, reflejando procesos de velocidad de procesamiento y memoria de trabajo numérica. Por su parte, Problemas aplicados valora la habilidad para comprender y resolver problemas matemáticos presentados en formato verbal, requiriendo al niño analizar situaciones cotidianas y traducirlas a cálculos matemáticos para hallar la solución (13).

El empleo conjunto de estas tres pruebas nos permite capturar distintos aspectos del razonamiento matemático—precisión de cálculo, rapidez de procesamiento y capacidad de resolución de problemas— brindando un perfil cognitivo más completo.

Este estudio se propone explorar la relación entre el perfil dietario y el desempeño lógico-matemático en escolares chilenos de 7 a 11 años, evaluado a través de tres subpruebas del test de habilidades cognitivas de Woodcock-Muñoz: cálculo, fluidez en matemáticas y problemas aplicados. Esta aproximación permite observar si la calidad de la dieta se relaciona diferencialmente con distintos aspectos de la cognición matemática. El rango etario seleccionado representa una etapa clave de consolidación del pensamiento lógico formal, con alta plasticidad cerebral y menor interferencia puberal, favoreciendo la homogeneidad en el análisis (12).

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio de diseño transversal, analítico, basado en datos secundarios. El objetivo fue evaluar la asociación entre el perfil dietario y los puntajes obtenidos en las subpruebas de cálculo, fluidez matemática y problemas aplicados del test de habilidades cognitivas Woodcock-Muñoz en escolares chilenos de 7 a 11 años.

Los datos fueron obtenidos de la Tercera Encuesta Longitudinal de Primera Infancia (ELPI), desarrollada en 2017 por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile. La encuesta fue aplicada en todas las regiones del país y su diseño muestral asegura representatividad nacional.

### *Criterios de selección de la población y muestra*

La población objetivo correspondió a niños y niñas de entre 7 y 11 años. Fueron incluidos aquellos que respondieron la ELPI 2017 y se encontraban dentro del rango etario establecido. Se excluyeron participantes con dificultades mentales o intelectuales que impidieran la comprensión de instrucciones. Se incluyeron niños con discapacidades auditivas o visuales siempre que pudieran participar adecuadamente de las evaluaciones. La muestra final se compuso de 10.132 escolares.

### *Evaluación de habilidades cognitivas*

Las habilidades cognitivas fueron evaluadas mediante tres subpruebas de la Batería III Woodcock-Muñoz: cálculo, fluidez matemática y problemas aplicados. Cada subprueba se aplicó de manera individual, con una duración de entre 5 y 10 minutos. Esta batería ha demostrado adecuada validez y confiabilidad, con

coeficientes alfa de Cronbach superiores a 0,80 en las subpruebas matemáticas (13).

### *Evaluación del perfil dietario*

El perfil de la dieta fue determinado mediante un cuestionario cuantitativo de frecuencia alimentaria (CFA) diseñado por el equipo técnico de la ELPI. Este instrumento evalúa el consumo semanal de frutas, verduras, legumbres, pescado, lácteos, agua, snacks, bebidas azucaradas y alimentos con nutrientes críticos. A cada frecuencia de consumo se le asignó un puntaje, donde un mayor puntaje refleja una dieta de mejor calidad. El puntaje total varió entre 10 y 36 puntos.

### *Equipos y Procedimientos*

Las bases de datos "Cuidador Principal ELPI III" y "Evaluaciones ELPI III" fueron concatenadas mediante el comando merge en el software STATA v.16, utilizando la variable identificadora "folio". Se filtraron los registros correspondientes a escolares de 7 a 11 años. Se calcularon puntajes brutos por subprueba, que luego fueron estandarizados a puntajes T según la edad en meses.

### *Análisis estadístico*

Se emplearon estadísticas descriptivas (frecuencias, medianas, promedios, desviaciones estándar). El perfil dietario se clasificó en tres niveles (bajo, medio, alto). Para evaluar la asociación entre el perfil de la dieta y los puntajes cognitivos se utilizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. El nivel de significancia estadística fue fijado en  $p < 0,05$ .

### *Aspectos éticos*

Este estudio se condujo bajo los principios éticos de la Declaración de Helsinki (2013). Dado que se utilizaron bases de datos públicas y anonimizadas, no se requirió consentimiento informado individual. El protocolo de la ELPI fue aprobado por el Comité Ético Científico del INTA-Universidad de Chile. La dispensa del consentimiento fue autorizada según criterios CIOMS n°4, dada la inexistencia de riesgo y la imposibilidad de contactar a los participantes.

### Resultados

La Tabla 1 contiene la información de las características de los sujetos de la muestra (n=10.132). En ella se puede apreciar que el 50,8% y 49,2% corresponden al sexo masculino y femenino correspondientemente. El promedio de la edad fue de 9,4 años (DE= 1,2 años), la edad mínima y máxima corresponde a 7 y 11 años respectivamente. La distribución para las edades es: Un 24,5% tiene 7-8 años, 25,7% tiene 9 años, 25,3% tiene 10 años y el 24,6% tiene 11 años. Es decir, existe una distribución uniforme para cada una de las categorías etarias señaladas. En cuanto a la distribución por zona, el con mayor porcentaje corresponde a la zona centro con 36,9% de la muestra.

En la Tabla 2 se presenta la distribución de la frecuencia de consumo de alimentos en la muestra. El 48,7% de los niños consumía al menos una porción de frutas diaria, y el 56,4% consumía verduras a diario. En cuanto al consumo de legumbres, el 58,2% las consumía una vez por semana, mientras que el 43,6% consumía pescado semanalmente. Respecto a los lácteos, el 73,3% los consumía 2 o menos veces al día, y el 74,2% bebía 4 o menos vasos

**Tabla 1.** Características sociodemográficas de la muestra

	n	%
Sexo		
Masculino	5150	50,8
Femenino	4982	49,2
Edad (años)		
7-8	2484	24,5
9	2601	25,7
10	2560	25,3
11	2487	24,5
Zona Geográfica		
Zona Norte	1661	16,4
Zona Centro	3743	36,9
Región Metropolitana	3126	30,9
Zona Sur	1407	13,9
Zona Sur Austral	195	1,9

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.** Distribución de la frecuencia de consumo de alimentos

Variables	n	%
Consumo Frutas		
No consume	290	2,9
1 a 4 veces a la semana	3169	31,3
5 a 6 veces por semana	1738	17,1
7 veces por semana	4935	48,7
Consumo Verduras		
No consume	327	3,2
1 a 4 veces a la semana	2396	23,7
5 a 6 veces por semana	1693	16,7
7 veces por semana	5716	56,4
Consumo Legumbres		
No consume	519	5,1
1 a 3 veces al mes	1115	11
1 vez a la semana	5900	58,2
2 o más veces a la semana	2598	25,7
Consumo Pescado		
No consume	1293	12,8
1 a 3 veces al mes	3202	31,6
1 vez a la semana	4422	43,6
2 o más veces a la semana	1215	12
Consumo Lácteos		
No consume	124	1,2
Menos de 3 veces al mes	196	1,9
1 a 6 veces por semana	1591	15,7
2 o menos veces al día	7417	73,3
3 o más veces al día	804	7,9
Consumo Agua		
No consume	663	6,5
4 o menos vasos al día	7517	74,2
5 o más vasos al día	1952	19,3
Consumo de preparaciones altas en nutrientes críticos		
1 a 3 veces al día	625	6,2
1 a 6 veces por semana	3355	33,1
Menos de 3 veces por mes	5307	52,4
No consume	845	8,3
Consumo de Snacks		
1 a 3 veces al día	3640	35,9
1 a 6 veces por semana	4336	42,8
Menos de 3 veces por mes	1598	15,8
No consume	558	5,5
Consumo Bebidas azucaradas		
1 a 3 veces al día	5842	57,7
1 a 6 veces por semana	2803	27,7
Menos de 3 veces por mes	884	8,7
No consume	603	5,9
Perfil de la dieta*		
10-21 puntos	2065	20,4
22- 26puntos	5807	57,3
27- 36 puntos	2260	22,3

\*Las categorías del perfil de la dieta se establecieron con los cuartiles Q1=21, Q3=26, mínimo=10 y máximo=36

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.** Cuartiles, mínimo y máximo de los puntajes de las subpruebas de cálculo, fluidez y resolución de problemas aplicados.

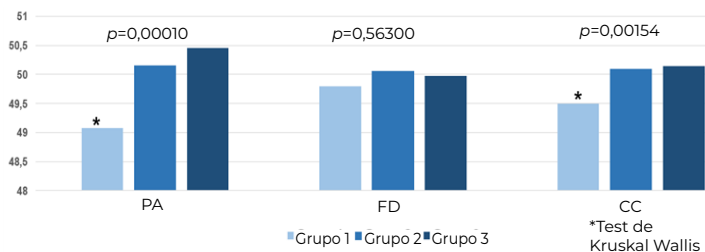
Puntaje	MIN	P25	P50	P75	MAX
Problemas aplicados	0	44	51	56	102
Fluidez en matemáticas	19	44	49	56	85
Cálculo	12	44	50	56	88

Nota: El puntaje corresponde al puntaje de tabla (Puntaje T).

Fuente: Elaboración propia

de agua diarios. Además, el 57,7% consumía bebidas azucaradas entre 1 y 3 veces al día, y el 52,4% ingería preparaciones altas en nutrientes críticos menos de 3 veces al mes. Aproximadamente el 60% reportó un consumo frecuente de snacks y bebidas azucaradas.

La Tabla 3 presenta medidas descriptivas de las subpruebas de cálculo, fluidez en matemáticas y problemas aplicados del test de habilidades cognitivas de Woodcock-Muñoz. En problemas aplicados, los puntajes oscilaron entre 0 y 102 puntos, con una media de 50 (DE = 9.9) y una mediana de 51. En fluidez en matemáticas, los puntajes variaron entre 19 y 85, con una media de 50 (DE = 9,9) y una mediana de 49. En cálculo, los puntajes oscilaron entre 12 y 88, con una media de 50 (DE = 9,9) y una mediana de 50. Los rangos de los puntajes más bajos fueron mayores en problemas aplicados, indicando mayor variabilidad en los extremos de esta subprueba. Las distribuciones de las tres subpruebas fueron similares en los centros de las distribuciones, con un rango intercuartílico de 12 puntos.



Nota: PA: Problemas aplicados. FD: Fluidez y CC: Cálculo  
 Fuente: Elaboración propia.

**Figura 1.** Comparación de los puntajes en las subpruebas de Problemas aplicados, fluidez y cálculo según el perfil de la dieta.

La Figura 1 muestra la asociación entre el puntaje del perfil de la dieta y los resultados de las subpruebas de problemas aplicados, fluidez en matemáticas y cálculo. Los niños con un perfil de dieta más deficiente (grupo 1) obtuvieron puntajes significativamente menores en problemas aplicados ( $p = 0.00010$ ) y cálculo ( $p = 0.00154$ ) en comparación con los grupos 2 y 3, que representan dietas más saludables. No se encontraron diferencias significativas en fluidez en matemáticas ( $p = 0.56300$ ). Estos resultados sugieren que una dieta nutricionalmente deficiente está asociada con un peor rendimiento en las subpruebas de problemas aplicados y cálculo.

### Discusión

El estudio encontró asociaciones significativas entre un mejor perfil dietario y los puntajes obtenidos en las subpruebas de Cálculo y Problemas Aplicados del test Woodcock-Muñoz, pero no en la subprueba de Fluidez matemática. Este hallazgo sugiere que la calidad de la dieta podría afectar específicamente en las habilidades cognitivas involucradas en distintas tareas matemáticas, favoreciendo especialmente aquellas que demandan procesos cognitivos más complejos como memoria de trabajo, atención sostenida y funciones ejecutivas, esenciales en la resolución de problemas y en cálculos escritos. Por otro lado, la subprueba de Fluidez evalúa principalmente la rapidez y automatización en cálculos básicos, competencias posiblemente menos sensibles a variaciones nutricionales a corto plazo.

Estos resultados están en concordancia con estudios previos que indican una relación positiva entre patrones dietarios saludables y mejor desempeño cognitivo y académico en niños (10-16). Por ejemplo, un estudio chileno reportó que adolescentes con dietas poco saludables tenían menores probabilidades de buen rendimiento en matemáticas y lenguaje (10). Asimismo, investigaciones internacionales han descrito asociaciones similares, destacando que una dieta saludable se correlaciona con mejor rendimiento en

pruebas estandarizadas, mientras que un alto consumo de alimentos ultraprocesados se asocia con peores resultados académicos (14-16). Nuestro estudio agrega valor al mostrar que estas relaciones podrían no ser uniformes entre distintos aspectos del desempeño matemático, lo cual ha sido escasamente abordado en investigaciones anteriores.

En la literatura disponible, pocos trabajos han examinado en detalle la influencia de la dieta sobre subpruebas específicas del rendimiento cognitivo matemático. Algunos estudios han reportado efectos significativos de la dieta en áreas cognitivas diversas; por ejemplo, Haapala *et al.* encontraron que una mejor calidad de la dieta en niños finlandeses se asociaba positivamente con habilidades de lectura, pero no con aritmética básica (17). Esto sugiere que habilidades cognitivas que requieren mayor demanda ejecutiva y complejidad mental podrían beneficiarse más de una buena nutrición que aquellas dependientes de la automatización y la memoria a largo plazo, como la fluidez en matemáticas observada en nuestro estudio.

La relación observada puede explicarse por mecanismos fisiológicos conocidos. Los nutrientes esenciales como ácidos grasos omega-3, hierro, y zinc, son críticos para el desarrollo cerebral infantil, influyendo en la plasticidad sináptica, síntesis de neurotransmisores y mielinización (18-19). Las dietas saludables, ricas en estos nutrientes, promueven un mejor funcionamiento cerebral y podrían mejorar especialmente funciones ejecutivas, memoria de trabajo y atención (18). En contraste, dietas altas en azúcares y grasas saturadas están asociadas con inflamación cerebral, estrés oxidativo y menor eficiencia cognitiva (19-20). Esta base biológica respalda la hipótesis de que una mejor calidad de la dieta podría optimizar específicamente aquellas capacidades necesarias para resolver problemas y realizar cálculos escritos.

Las fortalezas del presente estudio incluyen el uso de una prueba cognitiva estandarizada y ampliamente validada, la representatividad nacional de la muestra y la evaluación separada de subdimensiones matemáticas específicas. Sin embargo, se identifican

limitaciones importantes. El diseño transversal impide establecer relaciones causales claras entre dieta y rendimiento cognitivo; así, la causalidad inversa o factores confusores no medidos podrían influir en la asociación observada. Asimismo, el cuestionario de frecuencia alimentaria aplicado a los cuidadores puede presentar sesgos de reporte, afectando la precisión de los perfiles dietarios identificados. Además, variables relevantes del entorno familiar y escolar no fueron consideradas en el análisis y podrían influir significativamente tanto en la dieta como en el rendimiento académico.

Futuras investigaciones deberían utilizar diseños longitudinales o intervenciones controladas para confirmar la direccionalidad y causalidad de la relación dieta-cognición identificada aquí. También sería valioso evaluar directamente la calidad de la dieta con instrumentos más precisos o complementarios (registros alimentarios detallados) y considerar variables contextuales adicionales (ambiente familiar, calidad educativa, estímulos cognitivos y socioeconómicos) para obtener una visión más integral del fenómeno.

## **Conclusiones**

Los resultados de este estudio destacan que una dieta saludable podría potenciar específicamente ciertas habilidades cognitivas matemáticas en escolares chilenos. Promover hábitos alimentarios saludables desde la infancia no solo favorecería la salud física sino también el desempeño cognitivo y académico en habilidades complejas como cálculo y resolución de problemas matemáticos. Este hallazgo tiene implicaciones prácticas importantes para la promoción de políticas públicas de nutrición escolar y programas educativos orientados a mejorar el rendimiento cognitivo y académico infantil.

## **Agradecimientos**

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios, fuente de toda inspiración y fortaleza. A mis padres, por su incondicional apoyo y constante compañía a lo largo de este camino. A mi hermano David, cuyo ejemplo ha sido una guía fundamental. Finalmente, agradezco a mi directora de tesis, Yasna Orellana, por su invaluable dirección y apoyo durante el desarrollo de esta investigación

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en relación con este estudio. No se recibieron apoyos financieros específicos de agencias públicas, del sector comercial o de entidades sin ánimo de lucro para la realización de esta investigación.

### Referencias

1. United Nations Children's Fund (UNICEF). Nutrition, for Every Child: UNICEF Nutrition Strategy 2020-2030. New York: UNICEF; 2020. Disponible en: <https://www.unicef.org/media/91741/file/UNICEF-Nutrition-Strategy-2020-2030-Brief.pdf>
2. World Health Organization. Healthy Diet. Geneva: WHO; 2020. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
3. Bryan J, Osendarp S, Hughes D, Calvaresi E, Baghurst K, van Klinken JW. Nutrients for cognitive development in school-aged children. *Nutr Rev.* 2004;62(8):295-306. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2004.tb00055.x>
4. Beilharz JE, Maniam J, Morris MJ. Diet-Induced Cognitive Deficits: The Role of Fat and Sugar, Potential Mechanisms and Nutritional Interventions. *Nutrients.* 2015;7(8):6719-6738. <https://doi.org/10.3390/nu7085307>
5. Corvalán C, Garmendia ML, Jones-Smith J, Lutter CK, Miranda JJ, Pedraza LS, et al. Nutrition status of children in Latin America. *Obes Rev.* 2017;18(Suppl 2):7-18. <https://doi.org/10.1111/obr.12571>
6. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Mapa nutricional JUNAEB 2022. Santiago: JUNAEB; 2022. <https://www.sochob.cl/web1/wp-content/uploads/2023/07/Mapa-Nutricional-JUNAEB-2022.pdf>
7. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Santiago: Ministerio de Salud; 2018. [https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS\\_MINSAL\\_31\\_01\\_2018.pdf](https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS_MINSAL_31_01_2018.pdf)
8. Northstone K, Joinson C, Emmett P, Ness A, Paus T. Are dietary patterns in childhood associated with IQ at 8 years of age? *J Epidemiol Community Health.* 2012;66(7):624-628. <https://doi.org/10.1136/jech.2010.111955>
9. Esteban-Cornejo I, Izquierdo-Gomez R, Gómez-Martínez S, Padilla-Moledo C, Castro-Piñero J, Marcos A, et al. Adherence to the Mediterranean diet and academic performance in youth. *Nutr Neurosci.* 2016;19(1):20-29. <https://doi.org/10.1179/1476830515Y.0000000014>
10. Correa-Burrows P, Burrows R, Blanco E, Reyes M, Gahagan S. Nutritional quality of diet and academic performance in Chilean students. *Bull World Health Organ.* 2016;94(3):185-192. <https://doi.org/10.2471/BLT.15.161315>
11. Duncan GJ, Dowsett CJ, Claessens A, Magnuson K, Huston AC, Klebanov P, et al. School readiness and later achievement. *Dev Psychol.* 2007;43(6):1428-1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
12. McClelland MM, Cameron CE, Connor CM, Farris CL, Jewkes AM, Morrison FJ. Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Dev Psychol.* 2007;43(4):947-959. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.4.947>
13. McGrew KS, Woodcock RW. Woodcock-Johnson III Manual técnico. Itasca, IL: Riverside Publishing; 2005. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/448592801/Bateria-III-Manual-tecnico-pdf>
14. Burrows T, Goldman S, Pursey K, Lim R. Is there an association between dietary intake and academic achievement: a systematic review. *J Hum Nutr Diet.* 2017;30(2):117-140. <https://doi.org/10.1111/jhn.12407>
15. Gaete-Rivas D, Olea M, Meléndez-Illanes L. Hábitos alimentarios y rendimiento académico en escolares chilenos de quinto a octavo año básico. *Rev Chil Nutr.* 2021;48(1):41-50. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000100041>
16. Nyaradi A, Li J, Hickling S, Foster JK, Oddy WH. The role of nutrition in children's neurocognitive development. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:97. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00097>
17. Haapala EA, Eloranta AM, Venäläinen T, et al. Diet quality and academic achievement: a prospective study among primary school children. *Eur J Nutr.* 2017;56(7):2299-2308. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1270-5>
18. Lam LF, Lawlis TR. Feeding the brain – effects of micronutrient interventions on cognitive performance among school-aged children: systematic review of RCTs. *Clin Nutr.* 2017;36(4):1007-1014. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.06.013>
19. Costello SE, Geiser E, Schneider N. Nutrients for executive function development in school-aged children. *Nutr Rev.* 2021;79(12):1293-1306. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa134>
20. Nyaradi A, Foster JK, Hickling S, Li J, Ambrosini GL, Oddy WH. Prospective associations between dietary patterns and cognitive performance during adolescence. *J Child Psychol Psychiatry.* 2014;55(9):1017-1024. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12209>

Recibido: 17/12/2024  
Aceptado: 08/05/2025

## Riesgo de desarrollar diabetes mellitus y su asociación con los hábitos alimentarios en estudiantes universitarios

Alejandra Betancourt Silván<sup>1</sup> , Anabell Carrillo Navarro<sup>1</sup> , Viridiana Olvera Hernández<sup>1</sup> ,  
Ligia Araceli Barragán Lizama<sup>1</sup> , Viviana Valencia Ramón<sup>1</sup> , Conny Pineda Pérez<sup>1</sup> ,  
Alma Mileira Zetina Esquivel<sup>1</sup> .

**Resumen: Riesgo de desarrollar diabetes mellitus y su asociación con los hábitos alimentarios en estudiantes universitarios. Introducción.** La Diabetes Mellitus tipo 2, es un problema de salud de nivel mundial, actualmente comienza afectar a la población de adultos jóvenes. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2018 (ENSANUT) reporta un porcentaje del 10,3% de la población de 20 años presentan esta enfermedad, su desarrollo es multifactorial, sin embargo, se encuentra altamente relacionada con aspectos modificables del estilo de vida, como los hábitos alimentarios y la falta de ejercicio físico. **Objetivo:** Evaluar los hábitos alimentarios y su asociación con el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo dos en estudiantes universitarios del área de la salud. **Materiales y métodos:** Estudio cuantitativo, descriptivo y transversal, con una muestra de 357 estudiantes de 5 licenciaturas del área de la salud, un nivel de confianza del 95%, un margen de error alfa del 5%. La información se recopiló por medio de los cuestionarios hábitos alimentarios, predictivo *Finnish Diabetes Risk Score* (FINDRISC) y una cédula de datos generales. El análisis de los resultados se dio por medio del programa estadístico SPSS versión 25.0. **Resultados:** El 57,7% de la población presenta riesgo bajo de padecer DM2, el 50,1% tienen normopeso, la asociación entre el riesgo de desarrollar diabetes y los hábitos alimentarios, se encontró significancia en el factor ejercicio físico. **Conclusiones:** El normopeso, la edad de la población y el ejercicio físico son variables determinantes para el resultado de riesgo bajo a moderado para el desarrollo de diabetes mellitus. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 8-17.**

**Palabras clave:** Diabetes mellitus tipo 2, hábitos alimentarios, universitarios, área de la salud.

**Abstract: Risk of developing diabetes mellitus and its association with eating habits in university students Introduction.** Type 2 diabetes mellitus is a global health problem that is currently beginning to affect the young adult population. The 2018 National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) reports that 10.3% of the population aged 20 years and over has this disease. Its development is multifactorial; however, it is highly related to modifiable aspects of lifestyle, such as eating habits and lack of physical exercise. **Objective:** To evaluate dietary habits and their association with the risk of developing type 2 diabetes mellitus in university students in the health field. **Materials and methods:** Quantitative, descriptive and cross-sectional study, with a sample of 357 students from 5 bachelor's degrees in the health area, a confidence level of 95%, and an alpha margin of error of 5%. Data were collected using dietary habits questionnaires, the Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC) predictive score, and a general data sheet. Results were analyzed using SPSS version 25.0. **Results:** 57.7% of the population has a low risk of suffering from T2DM, 50.1% have normal weight, the association between the risk of developing diabetes and eating habits, significance was found in the physical exercise factor. **Conclusions:** Normal weight, population age and physical exercise are determining variables for the outcome of low to moderate risk for the development of diabetes mellitus. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 8-17.**

**Keywords:** Type 2 diabetes mellitus, eating habits, university students, health area.

### Introducción

La diabetes mellitus tipo dos es una enfermedad crónica degenerativa de avance silencioso

caracterizada por altos niveles de glucosa en sangre debido a la ineficacia de la insulina en el organismo. La insulina producida por el páncreas deja de ser reconocida por las células evitando que la glucosa ingrese en ellas generando hiperglucemia y; con el paso del tiempo el páncreas producirá menos insulina favoreciendo así el desarrollo de las complicaciones asociadas

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Mexico. Autor para la correspondencia: Alejandra Betancourt Silván, e-mail: abetancourtsilvan@outlook.com; anabellcarrillon@gmail.com



a esta enfermedad (1). La alta prevalencia a nivel mundial genera un impacto negativo de salud pública, así como, en lo económico, físico y psicológico de quien la padece (2). La Federación Internacional de Diabetes estima que, en el 2021, existen 536,6 millones de personas en el mundo que viven con diabetes mellitus tipo 2 diagnosticada y no diagnosticada; y se prevé que este número aumente un 46% alcanzando los 783,2 millones de personas para el año 2045 (3). La Organización Mundial de la Salud estima que en el continente americano hay 62 millones de personas que viven con diabetes mellitus tipo dos y se estima que alcanzara los 109 millones de personas para el año 2040, en especial, los países de ingresos bajos y medianos serán los más afectados (4). En México la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición reportó en el año 2018 - 2019 un incremento de la prevalencia de diabetes mellitus en adultos de 20 años desde 9,2% en el 2012 a 10,3% en el 2018, alcanzando a un total de 8,6 millones de personas, presentando el sexo femenino la mayor frecuencia. Esta prevalencia se incrementa conforme avanza la edad y, el grupo de 60 años o más presenta el mayor riesgo (5). En México los estados de Tabasco y Tlaxcala son los que presentan las tasas de mortalidad por diabetes mellitus más altas con un 17.55 y 15.97 por cada 10 mil habitantes, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (6).

En la actualidad la adopción de hábitos alimentarios no saludables es caracterizada por el incremento en el consumo de alimentos procesados e industrializados conlleva a un aumento de la ingesta de grasas, azúcar y sodio, que, sumado a un estilo de vida sedentario, provoca un aumento en la prevalencia de enfermedades crónicas degenerativas no transmisibles como la diabetes mellitus tipo dos (7). Tener una alimentación saludable, completa y variada que aporte los nutrientes necesarios de acuerdo con la edad, sexo y condición física del individuo, es fundamental para mantener la salud y prevenir la aparición de numerosas enfermedades (8). Sin embargo, es importante recordar que la alimentación debe ser también adecuada, no solo basándose, en cubrir las necesidades

de nutrientes y de energía, sino que ésta se ajuste al entorno de los individuos, donde las tradiciones alimentarias, el nivel socioeconómico y las creencias religiosas entre otras, son las que dictan y moldean los hábitos alimentarios, arraigados desde la infancia (9).

La etapa universitaria en un momento de la vida en donde los individuos pasan de la adolescencia a la adultez, en general existe un crecimiento individual, se hacen responsables de sus decisiones en materia de salud y de la adopción de hábitos de vida saludables (10). Estudios demuestran que los estudiantes universitarios constituyen uno de los grupos más vulnerables, debido a que su calidad de vida se ve alterada por las exigencias de su formación académica, a tal grado de impactar en sus emociones, cognición y conducta, desafortunadamente adoptan hábitos alimentarios poco saludables y se vuelven sedentarios por la falta de tiempo y, en muchas ocasiones, se encuentran fuera del seno familiar, esto los obliga a ser ellos mismos quienes decidan como son sus comidas en el día a día y, en este sentido, juega un papel relevante el entorno, la cultura, la economía y el tiempo, convirtiéndose en un factor de riesgo importante en el proceso de salud-enfermedad y en el rendimiento académico (11,12).

El propósito de este estudio es evaluar el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo dos y su asociación con los hábitos alimentarios en estudiantes universitarios del área de la salud. Recordemos que los estudiantes de esta área serán los futuros promotores de la salud cuya finalidad será prevenir enfermedades y mejorar la salud de la población.

## **Materiales y métodos**

Este estudio cuantitativo, descriptivo y transversal se aplicó a estudiantes universitarios mexicanos del área de la salud de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), ubicada en la ciudad de Villahermosa, Tabasco; en la División Académica de Ciencias de la Salud (DACs) durante el ciclo agosto - diciembre del 2023. El tamaño de la población fue de 4804 alumnos; adscritos en 5 licenciatura: Médico Cirujano, Nutrición, Enfermería, Odontología, y Psicología. La muestra se calculó con un nivel de confianza del 95%, un margen de error (error alfa) del 5%, dando como resultado una muestra poblacional de 357 alumnos. La muestra estratificada por licenciatura fue de: médico cirujano 91, nutrición 47, enfermería 78, odontología 85 y psicología de 56 alumnos.

Se aplicaron tres cuestionarios: el primero recopila datos sociodemográficos de los participantes (edad, sexo, licenciatura, grado o ciclo cursado), el segundo sobre hábitos alimentarios de Castro, Bellido y Pertega (13), conformado por 37 preguntas dividido en ocho secciones: alimentación saludable, conocimiento y control, contenido calórico, tipo de alimento, consumo de azúcar, bienestar psicológico, ejercicio físico y consumo de alcohol, cada pregunta tiene cinco posibilidades de respuesta. La puntuación total del cuestionario y de cada uno de sus factores puede obtenerse como el promedio de las puntuaciones de cada una de las preguntas, en este mismo cuestionario se incluye una pregunta final para identificar la autopercepción de la alimentación de los participantes de la cual no se obtiene ninguna puntuación. El tercer cuestionario es el *Finnish Diabetes Risk Score* (FINDRISC) es un instrumento de cribaje no invasivo diseñado para valorar el riesgo individual de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 en un plazo de 10 años, el cual fue creado para la población finlandesa por Lindstöm y Tuomilehto (14), el cual fue validado para su uso en diversos países incluyendo México (15). Este instrumento predice el riesgo a padecer diabetes, por medio de ocho preguntas que abarcan la edad, el índice de masa corporal (IMC), el perímetro abdominal, la realización de una actividad física, la frecuencia del consumo de frutas, verduras y hortalizas, además si alguna vez le han recetado medicamentos para la hipertensión, detectado niveles altos de glucosa en sangre y si existen antecedentes de diabetes mellitus en la familia del individuo.

Para la recolección de la información se solicitó ayuda de los coordinadores de cada licenciatura se identificaron los grupos, horario y ubicación, sin importar el ciclo o grado que estuvieran cursando. En cada grupo se invitó a los alumnos a participar en el estudio y que cumplieran con los criterios de inclusión, se eligieron los alumnos que firmaron el cuestionario "consentimiento informado" (aceptado por la CIEI) para su participación y el uso de sus datos. Se excluyeron los alumnos que tuvieran diagnóstico previo de diabetes mellitus tipo dos, alumnas que hayan padecido diabetes gestacional y/o alumnas embarazadas. Posteriormente se aplicó el cuestionario de hábitos alimentarios, para ello solo requerían lapicero y un espacio adecuado para apoyar el instrumento, se les recomendó analizar cada pregunta y ser honestos al elegir su respuesta. Por último, se realizó la toma de las medidas antropométricas que solicita la escala FINDRISC para determinar el IMC; además del perímetro abdominal (cintura), utilizando los puntos de corte según la clasificación de la OMS.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM SPSS versión 25.0. Para los datos generales se calculó la estadística descriptiva. En la escala FINDRISC y en la autopercepción de la dieta se utilizaron frecuencias y porcentajes, el cuestionario de hábitos alimentarios se interpretó con el promedio y la desviación estándar, para la asociación entre el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo dos y hábitos alimentarios, y estos últimos con la autopercepción de la dieta se utilizó un análisis de varianza (Anova de una vía) con un nivel de significancia del  $<0.05$ . Posteriormente se utilizó la Prueba Post Hoc Sheffé para identificar en cual de los grupos se encontraba la diferencia.

Este estudio fue aprobado por la Comisión Institucional de Ética en Investigación (CIEI) con número de folio: UJAT-CIEI-2023-186.

## Resultados

La muestra final estuvo constituida por 357 estudiantes adscritos a las licenciaturas de Nutrición 13,2%, Psicología 15,7%, Enfermería 21,8%, Odontología 23,8% y Medicina 25,5% de los siguientes semestres cursados, el 54,1% primer semestre, 6,7% tercero, 22,1% quinto y 17,1% sexto. El 33,9% son hombres ( $n=121$ ) y el 66,1% ( $n=236$ ) mujeres, con una media de edad de 19,64 años, en su mayoría, 88%, del estado de Tabasco.

Respecto del índice de masa corporal (IMC) 6,7% presentó bajo peso, 50,1% normopeso, 30,0% sobrepeso, 9,2% obesidad tipo 1, 3,6% obesidad tipo 2 y 0,3% obesidad tipo 3, se observan diferencias de los resultados del IMC con el sexo; se encontró que las mujeres obtuvieron mayores resultados en sobrepeso, obesidad tipo 1 y obesidad tipo 2 (Tabla 1 y 2).

El riesgo de desarrollar diabetes dentro de los próximos 10 años se evaluó a través del cuestionario FINDRISC, según los resultados: el 57,7% de la población presenta riesgo bajo; de ellos 37,3% son mujeres y 20,4% hombres, con riesgo ligeramente elevado el 29,4% siendo 20,4% mujeres y 9,0% hombres, presentan riesgo moderado el 8,1%, 5,3% mujeres y 2,8% hombres y finalmente solo el 4,8% de la población presentan nivel de

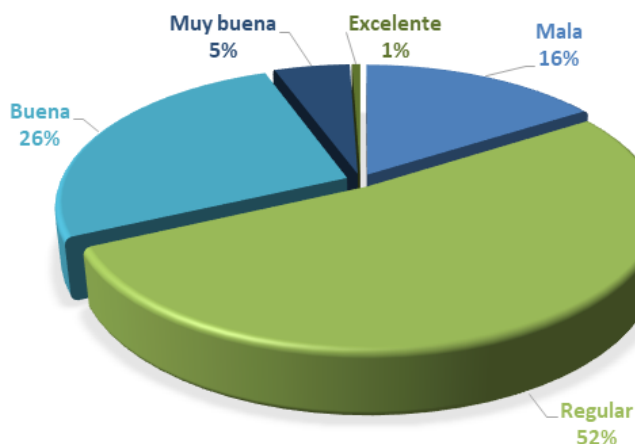
**Tabla 1.** Índice de masa corporal.

IMC Clasificación OMS	Frecuencia	Porcentaje
Bajo Peso < 18,5	24	6,7
Normopeso 18,5 – 24,9	179	50,1
Sobrepeso 25,0 – 29,9	107	30,0
Obesidad 1 30,0 – 34,9	33	9,2
Obesidad 2 35,0 – 39,9	13	3,6
Obesidad 3 >40,0	1	0,3
Total	357	100,0

Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de Tuomilehto y Lindström.

riesgo alto, 3,1% mujeres y 1,7% hombres. En las licenciaturas de odontología y enfermería se observa la mayor frecuencia de nivel de riesgo alto de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 (Tabla 3 y 4).

Referente al cuestionario de hábitos alimentarios, los resultados de la población estudiada fueron interpretados con las puntuaciones promedio de la suma de los puntajes individuales de cada uno de los factores; la población obtuvo un puntaje dentro del percentil 50 en contenido calórico, bienestar psicológico y ejercicio físico (Tabla 5).



Fuente: Elaboración propia con base al instrumento de Castro, Bellido y Pertega.

**Figura 1.** Autopercepción de la dieta en estudiantes del área de la salud

En la autopercepción de la dieta, se observó que el 52% de la población respondió una dieta “regular”, el 26% la percibe como “buena”, el 16% como “mala”, el 5% como “muy buena” y solo el 1% consideró tener una dieta excelente (Figura 1).

Respecto a la relación entre el riesgo de desarrollar diabetes y los hábitos alimentarios, se encontró significancia en el factor “ejercicio físico” ( $p < 0,003$ ), entendiéndose que “realizar frecuentemente actividad física” hace la diferencia entre los grupos que presentaron riesgo bajo y riesgo moderado (prueba Post Hoc Scheffé) (Tabla 6).

Al asociar los factores del cuestionario de hábitos alimentarios con la autopercepción de la dieta, se encontraron valores estadísticamente significativos en: Alimentación saludable ( $p < 0,000$ ) y contenido calórico ( $p < 0,000$ ) en ambas perciben la dieta como “Mala”; en alimentación saludable se contemplan aspectos de:

**Tabla 2.** Índice de masa corporal de acuerdo al sexo.

Sexo	Índice de Masa Corporal						Total
	Bajo Peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad 1	Obesidad 2	Obesidad 3	
Hombre	5	60	36	14	5	1	121
Mujer	19	119	71	19	8	0	236
Total	24	179	107	33	13	1	357

Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de Tuomilehto y Lindström.

**Tabla 3.** Nivel de riesgo de desarrollar diabetes de acuerdo al sexo.

Sexo		Riesgo de desarrollar DM2				Total
		Nivel de riesgo bajo	Nivel de riesgo ligeramente elevado	Nivel de riesgo moderado	Nivel de riesgo alto	
Hombre	Recuento	73	32	10	6	121
	% del total	20,4%	9,0%	2,8%	1,7%	33,9%
Mujer	Recuento	133	73	19	11	236
	% del total	37,3%	20,4%	5,3%	3,1%	66,1%
Total	Recuento	206	105	29	17	357
	% del total	57,7%	29,4%	8,1%	4,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de Tuomilehto y Lindström.

**Tabla 4.** Riesgo de desarrollar diabetes de acuerdo a la licenciatura cursada.

Licenciatura	Riesgo de desarrollar DM2				Total
	Nivel de riesgo bajo	Nivel de riesgo ligeramente elevado	Nivel de riesgo moderado	Nivel de riesgo alto	
Nutrición	30	15	1	1	47
Psicología	36	11	6	3	56
Enfermería	40	29	5	4	78
Odontología	47	25	7	6	85
Medicina	53	25	10	3	91
Total	206	105	29	17	357

Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de Tuomilehto y Lindström.

**Tabla 5.** Puntuación de los factores del cuestionario de hábitos alimentarios en estudiantes universitarios del área de la salud.

Factor	Promedio ± DE	Percentil 50
Alimentación Saludable	29,72 ± 4,976	33
Conocimiento y control	14,09 ± 3,372	15
Contenido calórico	13,20 ± 4,003	13
Tipo de alimento	16,94 ± 4,177	17
Consumo de azúcar	12,35 ± 2,793	15
Bienestar psicológico	9,11 ± 3,217	9
Ejercicio físico	7,94 ± 3,953	6
Consumo de alcohol	8,40 ± 1,893	9

Fuente: Elaboración propia con base al instrumento de Castro, Bellido y Pertega.

frecuencia del consumo de frutas y verduras, tipo de preparación y variabilidad de los alimentos, en cuanto al contenido calórico se contemplan aspectos como: frecuencia del consumo de alimentos y bebidas bajas en calorías, ingredientes y contenido calórico de los productos que se consumen, otros factores que tuvieron significancia fueron: bienestar psicológico ( $p=0,025$ ) y ejercicio físico ( $p<0,000$ ) la percepción de la dieta en ambas es de "Mala y regular"; en bienestar psicológico se identificó la frecuencia del consumo de alimentos cuando están desanimados, ansiosos y aburridos, en ejercicio físico se identificó la frecuencia de la realización de un programa de ejercicio físico y la disposición de la persona para realizarlo (Tabla 7).

**Tabla 6.** Asociación de los factores del cuestionario de hábitos alimentarios y niveles de riesgo de desarrollar diabetes determinado por FINDRISC en estudiantes universitarios del área de la salud

Factor del cuestionario de hábitos alimentarios	Riesgo de desarrollar diabetes				p-valor
	Nivel de riesgo bajo	Nivel de riesgo ligeramente elevado	Nivel de riesgo moderado	Nivel de riesgo alto	
Alimentación saludable	29,67 ± 5,085	30,16 ± 4,977	29,14 ± 3,852	28,65 ± 5,442	0,634
Conocimiento y control	13,84 ± 3,557	14,26 ± 3,079	14,14 ± 3,270	15,94 ± 2,436	0,066
Contenido calórico	13,47 ± 4,128	12,95 ± 3,771	12,83 ± 3,465	12,06 ± 4,670	0,511
Tipo de alimento	17,00 ± 4,005	16,68 ± 4,667	17,00 ± 4,342	17,71 ± 2,640	0,772
Consumo de azúcar	12,34 ± 2,811	12,24 ± 2,867	12,14 ± 2,532	13,47 ± 2,478	0,240
Bienestar psicológico	9,32 ± 3,278	9,03 ± 3,005	8,59 ± 2,810	8,06 ± 4,220	0,415
Ejercicio físico	8,39 ± 4,136	7,87 ± 3,760	5,52 ± 2,502	7,06 ± 3,400	< 0,003*
Consumo de alcohol	8,72 ± 1,676	8,00 ± 2,135	7,93 ± 1,999	7,76 ± 1,985	0,184

p-valor por prueba ANOVA de una vía. \*p-valor <0.005 Prueba Post Hoc Sheffé para ejercicio físico entre el grupo de bajo riesgo y riesgo moderado.

Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de Tuomilehto y Lindström y en el instrumento de Castro, Bellido y Pertega.

**Tabla 7.** Asociación entre la autopercepción de la dieta con la puntuación del cuestionario de hábitos alimentarios en estudiantes universitarios del área de la salud.

Factor del cuestionario de hábitos alimentarios	Autopercepción de dieta					p-valor
	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Excelente	
Alimentación saludable	26,07 ± 4,448	29,07 ± 4,379	32,00 ± 4,607	35,28 ± 3,250	37,00 ± 4,243	<0,000*
Conocimiento y control	13,88 ± 3,241	13,98 ± 3,418	14,17 ± 3,447	15,44 ± 2,955	14,50 ± 2,121	0,922
Contenido calórico	10,58 ± 3,035	12,63 ± 3,727	15,22 ± 3,765	16,11 ± 3,692	19,50 ± ,707	<0,000*
Tipo de alimento	17,25 ± 3,666	17,02 ± 4,091	16,66 ± 4,277	16,89 ± 5,593	14,00 ± 9,899	0,637
Consumo de azúcar	11,51 ± 3,349	12,10 ± 2,657	13,14 ± 2,394	2,394 ± 2,935	11,50 ± 4,950	0,664
Bienestar psicológico	7,91 ± 3,329	9,08 ± 3,100	9,69 ± 2,922	9,61 ± 4,231	15,00 ± ,000	0,025*
Ejercicio físico	5,68 ± 3,066	7,24 ± 3,542	9,91 ± 4,082	11,72 ± 2,866	11,00 ± 1,414	<0,000*
Consumo de alcohol	8,40 ± 1,831	8,35 ± 2,003	8,50 ± 1,746	8,22 ± 1,833	9,00 ± 1,414	0,950

p-valor por prueba ANOVA de una vía. \*p-valor <0.005 Prueba Post Hoc Scheffé para Alimentación saludable y contenido calórico entre autopercepción mala con regular, buena, muy buena y excelente; para Bienestar psicológico y ejercicio físico entre autopercepción mala y regular con buena, muy buena y excelente.

## Discusión

La mitad de la población presenta peso normal según su IMC siendo esta una característica positiva para la salud en general de los universitarios, sin embargo es preocupante el resto de la población que presenta sobrepeso y obesidad combinada siendo cerca del (43,1%), aun así es una cifra muy por debajo a lo reportado por la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19, donde la prevalencia de sobrepeso es de 39,5% y obesidad de 35,3% en adultos (5); y a los resultados reportados en diversos estudios como el realizado en la Universidad Autónoma de México donde se encontró que el 78% de la población presentó sobrepeso y el 17% obesidad tipo 1 (16), así como también, con lo reportado por la Universidad pública de Perú en donde se evaluó el estado nutricional de los estudiantes, encontrando, 52,9% tiene sobrepeso y 12,6% de obesidad tipo 1 (17). Por el contrario, se encontraron resultados inferiores a los de este estudio, en el realizado en la Universidad de Guanajuato Campus León, en el cual, 24,8% presentó sobrepeso y 2,9% obesidad (18).

Existe una mayor probabilidad de presentar DM tipo 2 a partir de los 45 años y se incrementa el riesgo en población con sobrepeso u obesidad (19). La población de este estudio presentó riesgo bajo para el desarrollo de diabetes (57,7%) con una media de edad de 19,64 años, similar a los resultados de Fernández donde la media de edad fue de 20,63 años (18), por otro lado en un estudio realizado en estudiantes de pregrado y posgrado donde la media de edad fue de 23,5 años, el 43,6% presentó sobrepeso y un 32,7% riesgo ligeramente elevado para el desarrollo de diabetes mellitus tipo dos (20). Todo lo contrario, a los resultados obtenidos en el estudio de Heredia, donde la media de edad fue de 35,75 años identificándose que a mayor edad mayor es el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo dos en conjunto con la falta de actividad física y a su vez el índice de masa corporal, cabe destacar que en este estudio no se empleó la escala FINDRICS para su identificación del riesgo (21). Por lo anterior el IMC de normopeso y la edad de la población pudo comportarse como variables determinantes para este resultado, es importante destacar que el cuestionario FINDRISC otorga puntaje a individuos de 45 años en adelante y no en población de adultos jóvenes como los de este estudio. Sin embargo, la DM tipo 2, puede suceder a cualquier edad, aumentando su prevalencia según la combinación de factores modificables y no modificables. Existe poca evidencia acerca del nivel de incidencia en la población joven y de media edad,

donde aún existen posibilidades de intervenir para reducir el riesgo a desarrollarla o evitar complicaciones asociadas a la enfermedad.

Es importante resaltar que las mujeres mantienen la mayor frecuencia en los cuatro niveles de riesgo (bajo, ligeramente elevado, moderado, y alto) superior a los hombres, coincidiendo con los datos de la ENSANUT 2018, siendo la población femenina a nivel nacional la de mayor prevalencia de DM tipo 2 (11,4% femenino y 9,1% masculino) y el estado de Tabasco entre las entidades con mayor porcentaje de su población (12,1%) con este padecimiento (22)

Para ambos sexos el diagnóstico de diabetes en México y sus consecuencias, han sido reportados por parte del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el año 2021, indicando que el 13,22% de las mujeres de 20 años y más, contaban con un diagnóstico positivo de Diabetes, así mismo en el año 2020 los datos de mortalidad en México reportaron que el 52% de los hombres y el 48% de las mujeres fallecían a causa de la diabetes mellitus (6).

La OMS señala que adquirir medidas sencillas de un buen estilo de vida son eficaces para prevenir o retrasar la aparición de DM tipo 2, así como los beneficios de mantener un peso corporal saludable, realizar ejercicio físico por lo menos 30 minutos diarios a una intensidad moderada, seguir una alimentación adecuada, evitar azúcares, grasas saturadas y el consumo de tabaco (4). Al asociar el riesgo de desarrollar diabetes y los hábitos alimentarios según la prueba de Post Hoc Scheffé, marcó significancia en ejercicio físico, entendiéndose que “realizar frecuentemente ejercicio físico” hace la diferencia entre los grupos que presentaron riesgo bajo y riesgo moderado. Este factor indaga sobre la práctica habitual o sistemática de ejercicio físico, sin embargo, el sexo femenino obtuvo los niveles más altos de inactividad, esto podría deberse a que en el presente estudio la muestra estuvo conformada mayormente por mujeres. El INEGI informó en el año 2021 que el 60,4% de las personas en México de 18 años y más son sedentarias; siendo las mujeres más

inactivas que los hombres (23), así mismo en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19 se reportó que el 19,5% de las mujeres no cumplen con las recomendaciones de niveles de actividad físicas establecidas por la Organización Mundial de la Salud, mientras que solo el 14,6% de los hombres no cumplían con estas recomendaciones (5). Diversos estudios mostraron en las mujeres mayor presencia de barreras para ejercicio físico, tales como, ansiedad física y social, fatiga o pereza, obligaciones y falta de tiempo e instalaciones inadecuadas (24, 25).

Aunque los resultados favorecen el nivel de riesgo bajo de padecer diabetes en las cinco licenciaturas, destacan las licenciaturas de psicología y nutrición con la mayor frecuencia en los niveles bajo y moderado, especialmente los alumnos de la licenciatura de nutrición, esto podría deberse a los conocimientos adquiridos durante su formación académica, y el autocuidado, aunque esta variable no se investigó, existe evidencia entre la relación de los conocimientos adquiridos durante su formación académica como licenciados en nutrición y las buenas prácticas alimentarias, a mayor conocimiento sobre alimentación y nutrición, es posible adquirir un estilo de vida más saludable, y con ello, menor riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles (26-28). Es importante mencionar el comportamiento de los otros niveles de riesgo; los alumnos de enfermería presentaron riesgo ligeramente elevado, medicina riesgo moderado, odontología riesgo alto. En diversos estudios realizados en estudiantes del área de la salud se ha reportado la falta de ejercicio o la práctica de algún deporte, así como el consumo habitual de alcohol, y una dieta poco saludable (29, 30).

Más de la mitad de la población del estudio percibe su dieta como regular, datos similares se encontraron en el estudio de Fernández en donde el 45% de su población la catalogó de la misma manera (18). Al asociar los factores del cuestionario de hábitos alimentarios con la autopercepción de la dieta se realizó un análisis Post Hoc Scheffé que permitió identificar los factores que influyen en la

autopercepción de una dieta mala y regular, siendo estos la alimentación saludable, el contenido calórico, el bienestar psicológico y el ejercicio físico los de mayor significancia. Estos resultados comparados con los del estudio de Fernández coinciden en los factores de alimentación saludable, contenido calórico y bienestar psicológico, aunque su significancia se encontró dentro de los subgrupos de estudiantes que clasificaron su dieta como: buena, muy buena y excelente (18).

### **Conclusiones**

La población presenta riesgo bajo para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, donde el IMC de normopeso y la edad de la población, son variables determinantes para este resultado dentro del cuestionario de predicción FINDRISC. En los cuatro niveles de riesgo presentados (bajo, ligeramente elevado, moderado y alto), la población femenina obtuvo mayor frecuencia que la masculina. Los alumnos de la licenciatura en nutrición son los que presentan una mayor frecuencia de riesgo bajo, a diferencia de los alumnos de odontología, muy probablemente por los conocimientos adquiridos propios de su formación académica, siendo esta una variable para futuras investigaciones. Por otro lado, se demostró con la prueba de Post Hoc Scheffé que el ejercicio físico es el factor que influye entre presentar un riesgo bajo y un riesgo moderado. Esta misma prueba demuestra que la población percibe su dieta como "mala y regular", donde los factores de alimentación saludable, el contenido calórico, el bienestar psicológico y el ejercicio físico son factores de mayor significancia. Estos factores contemplan aspectos sobre la frecuencia del consumo de frutas y verduras, si revisan las etiquetas de lo que están adquiriendo, si existe consumo de alimento por ansiedad y tristeza, así como la realización frecuente de ejercicio físico.

Es importante diseñar estrategias en las estancias educativas que permitan la corrección temprana de hábitos alimentarios no adecuados y en general apostar por un mejor estilo de vida que inicie desde una etapa temprana de la vida, para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, síndrome metabólico entre otras.

### Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco especialmente a la División Académica de Ciencias de la Salud para el desarrollo de la presente investigación. Agradecemos también la valiosa participación de los miembros del estudio por su aporte y guía durante el proyecto.

### Conflictos de interés

Las autoras declaran que no existen conflictos de intereses.

### Referencias

1. Federación Internacional de Diabetes (FID). Diabetes de tipo 2. <https://idf.org/es/about-diabetes/type-2-diabetes/>.
2. Arcos Guzmán MJ, Peña Mena KE. Representaciones sociales de la diabetes mellitus tipo 2 en pacientes de Cuautla, México. *Pensam Psicol.* 2019; 17(2): 121-134. <https://doi.org/10.11144/Javerianacali.PPS117-2.rsdm>
3. Ogurtsova K, Guariguata L, Barengo NC, Doriga Ruiz PL, W Sacre J, Karuranga S, et al. IDF diabetes Atlas: Global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022; 183(109118). <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109118>
4. Organización Panamericana de la Salud. Diabetes. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>
5. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. [Online]; 2018-19. Disponible en: [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_informe\\_final.pdf](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf)
6. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadísticas a propósito del día mundial de la diabetes. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=7746>
7. Ponce C, Pezzotto SM, Bertola Compagnucci A. La alimentación en estudiantes del primer ciclo de la carrera de medicina de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. *Rev Chil Nutr.* 2019; 46(5):554-560. <http://doi.org/10.4067/S0717-75182019000500554>
8. Reyes Narvaez S., Oyola Canto M. Conocimientos sobre alimentación saludable en estudiantes de una universidad pública. *Rev Chil Nutr.* 2020; 47(1): 67-72. <http://doi.org/10.4067/S0717-75182020000100067>
9. Solera Sánchez A, Gamero Lluna A. Hábitos saludables en universitarios de ciencias de la salud y de otras ramas de conocimiento: un estudio comparativo. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2019; 23(4): 271-282. <https://doi.org/10.14306/renhyd.23.4.762>
10. Reyes SE, Mallqui More JE, León Toledo LE. Evaluación nutricional en estudiantes de una universidad pública. *RESPYN.* 2020; 19(4): 10-15. <http://doi.org/10.29105/respyn19.4-2>
11. Bohórquez Moreno CE, Barreto Vásquez M, Muvdi Muvdi YP, Rodríguez Sanjuán A, Badillo Viloria MA, Martínez de la Rosa WA, et al. Factores modificables y riesgo de diabetes mellitus tipo 2 en adultos jóvenes: un estudio transversal. *Cienc Enferm.* 2020; 26(14): 1-11. <http://doi.org/10.29393/ce26-7fmcb70007>
12. Bravo Salinas SE, Castillo Zhizhpón AA, Izquierdo Coronel DC, Rodas Bermeo PA. Hábitos alimenticios, nocivos y rendimiento académico en estudiantes universitarios en tiempos de Covid-19. *Revista Vive.* 2021; 4(12): 659-672. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.122>
13. Castro Rodríguez P, Bellido Guerrero D, Pertega Díaz S, Grupo Colaborativo del Estudio. Elaboración y validación de un nuevo cuestionario de hábitos alimentarios para pacientes con sobrepeso y obesidad. *Endocrinol Nutr.* 2010; 57(4): 130-139. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2010.02.006>
14. Lindström J, Tuomilehto J. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk. *Diabetes Care.* 2003; 26(3): 725-731. <http://doi.org/10.2337/diacare.26.3.725>
15. Varela Vega Y, Roy García A, Pérez Rodríguez M, Velázquez López L. Certeza diagnóstica del instrumento FINDRISC para identificar resistencia a la insulina en adultos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2023; 61(1): 33-41. PMID: 36542467
16. Solano Armenta YS. Calidad de alimentación y estilo de vida en estudiantes universitarios con sobrepeso y obesidad. *Psic-Obesidad.* 2021; 10(40): 25-30. <https://doi.org/10.22201/fesz.20075502e.2020.10.40.80504>
17. Mallqui More JE, León Toledo LE, Reyes Narvárez SE. Evaluación Nutricional en Estudiantes de una Universidad Pública. *RESPYN.* 2020; 19(4): 10-15. <https://doi.org/10.29105/respyn19.4-2>
18. Fernández Carrasco MDP, López Ortiz MM. Relación entre hábitos alimentarios y riesgo de desarrollar diabetes en universitarios mexicanos. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2019; 39(4):32-40 2020; 39(4): 32-40. <https://doi.org/10.12873/3943fernandez>
19. Montoya A., Gallardo-Rincón H., Silva-Tinoco R., García-Cerde R., Razo C., Ong L. et al. Epidemia de diabetes tipo 2 en México. Análisis de la carga de la enfermedad 1990-2021 e implicaciones en la política pública. *Gac. Méd. Méx* 2023; 159 (6): 488-500. <https://doi.org/10.24875/gmm.23000378>
20. López-Escamilla J., Pérez-Marín L. V., Camacho-Castro A. J., Mendoza Catalán G., López-Sánchez U., Ángel-García J. Percepción de riesgo y riesgo de diabetes mellitus tipo 2 en estudiantes universitarios mexicanos. *Arch Med (Manizales).* 2024;24(2):1-9. <https://doi.org/10.30554/archmed.24.2.4903.2024>
21. Heredia M., Gallegos Cabriales E C. Riesgo de diabetes mellitus tipo 2 y sus determinantes. *Enferm. glob.* 2022; 21(65): 179-202. <https://doi.org/10.6018/eglobal.482971>

22. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Presentación de resultados. [Online]; 2018. Disponible en: [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf)
23. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/moprade/moprade2021>
24. Blanco Ornelas JR., Soto Valenzuela MC., Nájera Longoria RJ., Mondaca Fernández, F., Jurado García PJ. Barreras para la práctica de ejercicio físico en universitarios mexicanos deportistas y no deportistas. *Educación Física y Ciencia* 2019; 21(3): e087. <https://doi.org/10.24215/23142561e087>
25. Chales-Aoun AG, Merino Escobar JM. Actividad física y alimentación en estudiantes universitarios chilenos. *Cienc. enferm.* 2019; 25:16. <http://doi.org/10.4067/s0717-95532019000100212>
26. Flores Ruiz HG, Guajardo Iruegas JE, Ruiz Salazar JI. Nivel de Conocimiento sobre la Diabetes Mellitus Tipo 2 y Estilo de Vida en Prediabéticos de la Unidad de Medicina Familiar N° 73. 2023; 7(6): 1012-1032. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i6.8740](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8740)
27. Cerqueira Sousa I, Fontenelle Catrib AM, Teixeira Medeiros N, Pereira da Silva Godinho CC, Ferreira Carioca AA, Pessoa Marinho Holanda G, et al. Conocimiento de estudiantes de salud sobre alimentación saludable y factores asociados al entorno universitario. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2022; 39(4): 425-433. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2022.394.11349>
28. Aviles Peralta YA, Hernández Somarriba LL, Rojas Roque C, Rodríguez E, Ríos Castillo I. Nivel de conocimiento sobre nutrición y su asociación con las prácticas alimentarias y la obesidad entre estudiantes universitarios. *Rev Chil Nutr.* 2023; 50(2): 147-158. <http://doi.org/10.4067/s0717-75182023000200147>
29. Pineda C. Factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en estudiantes universitarios. *CREA CIENCIA.* 2021; 14(1): 86-98. <https://doi.org/10.5377/creaciencia.v14i1.13214>
30. Panama Alba HG, Martínez Bucheli EA, Paguay Cholango JC. Alimentación y actividad física en estudiantes de Enfermería. *LATAM* 2024; 5(5): 1110-1122. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2674>

Recibido: 23/10/2024  
Aceptado: 24/04/2025

## Calidad de vida y calidad de la alimentación en adultos del norte de Chile

Nelson Hun<sup>1</sup> , Felipe González-Fernández<sup>1</sup> , Christian Acevedo<sup>1</sup> , Diego Alarcón<sup>1</sup> , Jaime Miranda<sup>1</sup> , Ana Mora<sup>2</sup> , Samantha Bernal-Gómez<sup>3</sup> , Tania Martínez-Rodríguez<sup>4</sup> .

**Resumen:** Calidad de vida y calidad de la alimentación en adultos del norte de Chile. **Introducción:** La calidad de vida está influenciada por determinantes individuales y contextuales que deben ser evaluados desde la perspectiva de la persona que lo experimenta. Se compone de diversas dimensiones que pueden estar relacionadas a una mayor o menor calidad de la alimentación. El objetivo fue comparar la calidad de vida y sus dimensiones según las categorías de calidad de la alimentación en adultos chilenos. **Metodología:** Estudio transversal, el total de la muestra fue de 506 individuos, mayores de 18 años residentes del norte de Chile. Se aplicó una batería de cuestionarios constituida por el índice de calidad global de la alimentación y el cuestionario de calidad de vida de la OMS, versión breve. La batería fue diseñada digitalmente y respondida de forma autónoma. Se realizó un análisis estadístico para las variables categóricas mediante uso de tablas cruzadas y se llevaron a cabo pruebas de diferencias de medias para evaluar la relación entre las variables. **Resultados:** Se evidenció una diferencia significativa en la relación de las dimensiones física, psicológica y ambiental con respecto a la calidad de alimentación; no así en la dimensión social, donde no se apreció una relación estadísticamente significativa con la calidad de alimentación de la población. **Conclusiones:** Se determinó que existe una relación directamente proporcional entre la calidad de vida y la calidad de alimentación en adultos del norte de Chile. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 18-26.**

**Palabras clave:** Calidad de vida, calidad de alimentación, índices de calidad, adultos, Chile.

### Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la calidad de vida como la percepción

**Abstract:** Quality of life and dietary quality in adults in northern Chile. **Introduction:** Quality of life is influenced by individual and contextual determinants that must be evaluated from the perspective of the person experiencing it. It is composed of several dimensions that may be related to a higher or lower food quality. The objective was to compare quality of life and its dimensions according to dietary quality categories in Chilean adults. **Methodology:** Cross-sectional study, the total sample was 506 individuals over 18 years of age, residents of northern Chile. A battery of questionnaires consisting of the global food quality index and the WHO quality of life questionnaire, short version, was applied. The battery was digitally designed and answered autonomously. Statistical analysis was performed for the categorical variables using cross-tabulations and tests of mean differences were carried out to evaluate the relationship between the variables. **Results:** A significant difference was evidenced in the relationship of the physical, psychological and environmental dimensions with respect to eating quality; not so in the social dimension, where no statistically significant relationship with the eating quality of the population was appreciated. **Conclusions:** It was determined that there is a directly proportional relationship between quality of life and eating quality in adults from northern Chile. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 18-26.**

**Keywords:** Quality of life, eating quality, quality indexes, adults, Chile.

subjetiva del individuo respecto de su posición en el contexto cultural y valórico en el que vive, en relación a sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones (1). La calidad de vida es un fenómeno amplio, no obstante, es posible identificar cuatro dimensiones: física, psicológica, social y ambiental (2). De lo anterior, se desprende que la calidad de vida está influenciada por determinantes individuales y contextuales que deben ser evaluados desde la perspectiva de la persona que lo experimenta (3).

<sup>1</sup>Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Antofagasta, Chile. <sup>2</sup> Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander, Colombia. <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, México. <sup>4</sup> Escuela de Nutrición y Dietética, grupo GIND, Universidad del Sinú, Cartagena, Colombia. Autor para la correspondencia: Nelson Hun, e-mail: nelsonhunga@santotomas.cl



Dada su amplitud, la calidad de vida se encuentra asociada a diversos factores como la salud física (4), la salud mental (5), relaciones sociales (6), condiciones materiales de vida (7) y a la calidad de la alimentación (8). Esta última, puede ser entendida como, el valor nutritivo de los alimentos en función a la frecuencia y volúmenes que determinan los patrones de selección y consumo de alimentos (9).

Cabe mencionar que la evidencia disponible entre calidad de vida y calidad de la alimentación está principalmente circunscrita a población clínica asociada, por ejemplo, a malnutrición por exceso (10), depresión (11), dolor musculoesquelético (12), esclerosis lateral amiotrófica (13), cáncer (14) y, pacientes con soporte nutricional enteral (15).

En población no clínica, una alimentación saludable ha sido descrita como un elemento fundamental para mejorar la calidad de vida tanto en América del Sur como en el resto del mundo (16,17). Se ha demostrado que en mujeres postmenopáusicas con una mayor calidad de la alimentación orientada al mayor consumo de vegetales presentan una mayor calidad de vida (18). Mientras que, en forma similar, adolescentes con un consumo insuficiente de frutas y verduras reportaron menores niveles de calidad de vida (19).

Por otra parte, la evidencia también ha identificado diferencias por sexo, donde hombres con mayor adherencia a la dieta mediterránea presentaron mejores indicadores de calidad de vida, mientras que en mujeres no se observaron diferencias significativas (20).

Otro factor que influye directamente en la relación entre la calidad de vida y la calidad de la alimentación es el nivel socioeconómico, ya que constituye un determinante clave para garantizar el acceso a alimentos suficientes y nutricionalmente adecuados (21).

En población vegetariana, la evidencia es confusa, mientras algunos estudios han reportado efectos positivos sobre la dimensión psicológica de la calidad de vida (22), otros han demostrado mayores niveles

de depresión en hombres (23) y mayores niveles de ansiedad y trastornos alimentarios (24).

Si bien, la evidencia sobre la relación entre calidad de vida y calidad de la alimentación es amplia, aún se observan vacíos teóricos que impiden comprender a profundidad la relación existente (17). En este sentido, se destaca que la configuración de la variable calidad de la alimentación omite regularmente factores determinantes como grupos de alimentos y la regularidad de tiempos de comida, centrándose en macro y micronutrientes. Adicionalmente, no se explora la relación entre las distintas dimensiones de la calidad de vida y la alimentación, pudiendo omitirse información relevante respecto de la relación.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud 2016–2017, en Chile el 39,8 % de la población adulta presenta sobrepeso, el 31,2 % obesidad y el 3,2 % obesidad mórbida (25). Esta elevada prevalencia de malnutrición por exceso se ha vinculado a patrones alimentarios desequilibrados, caracterizados por un bajo consumo de frutas, verduras y legumbres, y una alta frecuencia de ingesta de bebidas azucaradas, frituras y productos ultraprocesados (26). Además, se ha planteado que esta problemática responde en parte a determinantes estructurales como el nivel educativo, el entorno social y el acceso a alimentos saludables, factores que no han sido abordados de manera efectiva por las políticas nutricionales vigentes (27). Estos antecedentes permiten contextualizar los niveles de calidad de la alimentación presentes en la población, facilitando la comprensión de su asociación con las dimensiones física, psicológica, social y ambiental de la calidad de vida.

En consecuencia, el objetivo de la presente investigación es comparar la calidad de vida y sus dimensiones según las categorías de calidad de la alimentación en adultos del norte de Chile. Se plantea la hipótesis de que los niveles más altos de calidad de vida, en todas sus dimensiones, se observan en las categorías superiores de calidad de la alimentación.

## **Materiales y métodos**

El presente estudio es de tipo no experimental, descriptivo y transversal.

### *Participantes*

Se realizó un muestreo intencionado por conveniencia. El

tamaño muestral fue calculado con el software estadístico G-Power considerando un tamaño del efecto de 0,15, un error de 0,05, una potencia de 0,80 y se consideraron 3 grupos correspondientes a los tres niveles de calidad de la alimentación. En consecuencia, el tamaño muestral mínimo estimado fue de 439 participantes. No obstante, el tamaño muestral final fue de 506 participantes adultos del norte de Chile. Cabe mencionar que la zona norte de Chile se caracteriza por una intensa actividad laboral principalmente vinculada a la industria minera. Para más antecedentes sociodemográficos de la muestra ver tabla 1.

### *Instrumentos*

#### Calidad de vida

Se utilizó el instrumento WHOQOL-BREF3, validado en población chilena, el cual permite evaluar la percepción subjetiva de un individuo sobre su calidad de vida. El instrumento consta de 26 ítems que evalúan la valoración de sentimientos, satisfacción personal y la frecuencia con que se han experimentado situaciones relacionadas con cuatro dimensiones: salud física, salud psicológica, relaciones sociales y aspectos ambientales. Para interpretar el instrumento, no todos los ítems se puntúan de manera directa, ya que algunos requieren recodificación inversa. Sin embargo, en la interpretación final, una mayor puntuación indica una mejor percepción de la calidad de vida. El rango de puntuación para las cuatro dimensiones oscila entre 4 y 20 puntos.

#### Calidad de la alimentación

El Índice de Calidad Global de la Alimentación (ICGA) (9), validado en población chilena, es un instrumento que evalúa la calidad de la alimentación a través de una encuesta que abarca tres dimensiones: "Alimentos saludables", "Alimentos no saludables" y "Tiempos de comida". Estas dimensiones incluyen un total de 12 ítems: 5 sobre alimentos saludables, 4 sobre alimentos no saludables y 3 sobre comidas principales. A cada ítem se asigna un puntaje de 1 a 10, sumando un máximo de 120 puntos. La interpretación del instrumento se realiza a partir de la suma total de puntajes, clasificando la calidad de la alimentación en tres categorías: saludable (90-120 puntos), necesita cambios (60-89 puntos) y poco saludable (< 60 puntos).

### *Procedimiento*

Esta investigación fue revisada y aprobada por el Comité de Ética Científica de la Universidad Santo Tomás, bajo

la resolución 46-22. Los participantes fueron reclutados en la zona norte de Chile utilizando la técnica de bola de nieve (28). La batería de cuestionarios fue diseñada en formato digital y compartida a través de un enlace en redes sociales. Cabe destacar que, antes de responder la batería de cuestionarios, los participantes debieron aceptar el consentimiento informado para formalizar su participación. La recolección de datos se llevó a cabo entre los meses de abril y octubre de 2023.

### *Análisis estadísticos*

El análisis de datos se realizó utilizando el software IBM SPSS versión 24. En primer lugar, se efectuaron comparaciones entre variables categóricas mediante tablas cruzadas; para frecuencias absolutas mayores a 5 se empleó la prueba de chi cuadrado de Pearson, mientras que para frecuencias absolutas menores a 5 se utilizó el test exacto de Fisher. En segundo lugar, se realizaron pruebas de diferencias de medias aplicando el test de Kruskal-Wallis para comparaciones entre tres o más grupos, tras verificar el incumplimiento del supuesto de normalidad.

## **Resultados**

En la tabla 1 se presentan las características sociodemográficas de la muestra. Cabe destacar que, en relación a la muestra total de nivel de estudios y número de hijos, se reportó que más del 50% de los sujetos se encuentra con educación superior/universitaria y sin hijos.

En la tabla 2 se presentan los resultados de la calidad global de la alimentación categorizada por sexo. Cabe mencionar que, de la muestra total, más del 50% se encuentra en la categoría de necesita cambios, mientras que el 22,9% de la muestra se encuentra en la categoría saludable, sin embargo, el 20,6% se posiciona en la categoría poco saludable.

En hombres, predomina la categoría necesita cambios, luego la categoría saludable y posteriormente la categoría poco saludable. En mujeres, predomina la categoría de necesita cambios, luego la categoría de poco

**Tabla 1.** Características sociodemográficas de la muestra

	Hombres 166 (32,8)	Mujer 338 (66,8)	Total 506 (100,0)
Edad M (DE)	31,8 (12,4)	33,3 (12,8)	32,7 (12,7)
Rango de edad	18 - 70	18 - 71	18 - 71
Ingreso económico* n (%)			
Menos de M\$350	7 (4,2)	40 (11,8)	49 (9,7)
Entre 350 y 500	16 (9,6)	69 (20,4)	85 (16,8)
Entre 500 y 700	15 (9,0)	37 (10,9)	52 (10,3)
Entre 700 y 900	20 (12,0)	30 (8,9)	50 (9,9)
Entre 900 y 1000	19 (11,4)	37 (10,9)	56 (11,1)
Entre 1000 y 1500	31 (18,7)	53 (15,7)	84 (16,6)
Entre 1500 y 2000	20 (12,0)	29 (8,6)	49 (9,7)
Más de 2000	38 (22,9)	43 (12,7)	81 (16,0)
Nivel de estudios n (%)			
Básica o primaria	-	5 (1,5)	5 (1,0)
Media o secundaria	41 (24,7)	71 (21,0)	112 (22,1)
Técnica	37 (22,3)	66 (19,5)	103 (20,4)
Superior / universitaria	88 (53,0)	196 (58,0)	286 (56,5)
Hijos n (%)			
Sin hijo (a)	105 (63,3)	175 (51,8)	282 (55,7)
1 hijo (a)	27 (16,3)	62 (18,3)	89 (17,6)
2 hijos (as)	16 (9,6)	61 (18,0)	77 (15,2)
3 hijos (as)	13 (7,8)	27 (8,0)	40 (7,9)
4 hijos (as)	4 (2,4)	11 (3,3)	15 (3,0)
5 o más hijos (as)	1 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,6)
Personas hogar n (%)			
Vivo solo/a	16 (9,6)	21 (6,2)	37 (7,3)
2 personas	25 (15,1)	58 (17,2)	83 (16,4)
3 personas	49 (29,5)	79 (23,4)	129 (25,5)
4 personas	39 (23,5)	84 (24,9)	123 (24,3)
5 personas	24 (14,5)	61 (18,0)	85 (16,8)
6 personas	10 (6,0)	20 (5,9)	31 (6,1)
7 o más personas	3 (1,8)	15 (4,4)	18 (3,6)

**Tabla 2.** Calidad global de la alimentación categorizada por sexo

	Poco saludable N (%)	Necesita cambios N (%)	Saludable N (%)
Total	104 (20,6)	286 (56,5)	116 (22,9)
Hombres	33 (19,9)	85 (51,2)	48 (28,9)
Mujeres	71 (21,1)	199 (58,9)	68 (20,1)

saludable y finalmente, la categoría saludable. No hubo diferencias significativas en la muestra total ( $p= 0,100$ ).

En la tabla 3 se presenta el cumplimiento de recomendaciones por grupos de alimento y sexo. Destaca que Los hombres muestran un mayor cumplimiento en el consumo de legumbres y pescado en comparación con las mujeres, siendo estas diferencias estadísticamente significativas. No se observan diferencias relevantes en el cumplimiento de las recomendaciones de otros alimentos saludables, como verduras, frutas y productos lácteos, entre hombres y mujeres.

En relación con los alimentos no saludables, no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en el consumo de pasteles, galletas y dulces ( $p= 0,056$ ), bebidas azucaradas ( $p= 0,144$ ) azúcar ( $p= 0,278$ ) y frituras ( $p=0,179$ ). Aunque las mujeres tienen un mayor cumplimiento en la categoría de pasteles y galletas que los hombres, esta diferencia no es estadísticamente significativa.

Respecto a los tiempos de comida, la mayoría de los participantes cumple con el desayuno y el almuerzo, mientras que el cumplimiento es ligeramente menor para la cena. No se identifican diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la frecuencia de cumplimiento de los tres tiempos de comida analizados.

En la tabla 4 se aprecian los estadísticos descriptivos de calidad de la alimentación y calidad de vida. Cabe destacar que, respecto de la calidad de la alimentación no se observaron diferencias significativas por sexo ( $p= ,172$ ). Por otro lado, hombres presentaron niveles superiores y estadísticamente significativos en todas las dimensiones de calidad de vida: dimensión física ( $p= ,007$ ), dimensión psicológica ( $p= ,007$ ), dimensión social ( $p= ,028$ ) y dimensión ambiental ( $p= ,001$ ).

En la tabla 5 se presentan las diferencias de medias de las dimensiones de calidad de vida de acuerdo con las categorías de calidad de la alimentación. Respecto a la comparación de medias de las cuatro dimensiones de calidad de vida en las categorías de calidad de la alimentación fue posible evidenciar que en las dimensiones física ( $p<0,001$ ), psicológica ( $p<0,001$ ) y ambiental ( $p<0,001$ ), diferencias estadísticamente significativas. Por el contrario, en la dimensión social no fue posible evidenciar diferencias estadísticamente significativas ( $p= ,082$ ). Las dimensiones física,

**Tabla 3.** Proporción de cumplimiento de recomendación por grupos de alimento y sexo

	Hombres		Mujeres		P-valor
Alimentos saludables					
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
Verduras	30 (17,9)	138 (82,1)	41 (12,1)	297 (87,9)	,081
Frutas	23 (13,7)	145 (86,3)	39 (11,5)	299 (88,5)	,487
Leche/ derivados	28 (16,7)	140 (83,3)	51 (15,1)	287 (84,9)	,645
Legumbres	60 (35,7)	108 (64,3)	83 (24,6)	255 (75,4)	,009
Pescado	35 (20,8)	133 (79,2)	34 (10,1)	304 (89,9)	,001
Alimentos no saludables					
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
Pasteles, galletas, dulces	30 (17,9)	138 (82,1)	86 (25,4)	252 (74,6)	,056
Bebidas azucaradas	68 (40,5)	100 (59,5)	160 (47,3)	178 (52,7)	,144
Azúcar	70 (41,7)	98 (58,3)	124 (36,7)	214 (63,3)	,278
Frituras	36 (21,4)	132 (78,6)	91 (26,9)	247 (73,1)	,179
Tiempos de comida					
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
Desayuno	100 (59,5)	68 (40,5)	213 (63,0)	125 (37,0)	,446
Almuerzo	131 (78,0)	37 (22,0)	260 (76,9)	78 (23,1)	,790
Cena	116 (69,0)	52 (31,0)	218 (64,5)	120 (35,5)	,309

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos calidad de la alimentación y calidad de vida

		Media	Desviación estándar	Rango (mín – máx)
Calidad de la alimentación	Total	74,9	17,2	90 (25 – 115)
	Hombres	76,4	18,3	83 (27 – 110)
	Mujeres	74,3	16,6	90 (25 – 115)
CV dimensión física	Total	11,6	1,9	12 (6 – 18)
	Hombres	11,9	1,8	10 (7 – 17)
	Mujeres	11,4	2,0	12 (6 – 18)
CV dimensión psicológica	Total	12,8	1,9	12 (7 – 19)
	Hombres	13,2	1,8	11 (8 – 19)
	Mujeres	12,7	1,9	12 (7 – 19)
CV dimensión social	Total	13,5	3,2	16 (4 – 20)
	Hombres	13,9	3,2	16 (4 – 20)
	Mujeres	13,3	3,1	16 (4 – 20)
CV dimensión ambiental	Total	13,4	2,3	14 (6 – 20)
	Hombres	13,9	2,2	11 (9 – 20)
	Mujeres	13,1	2,2	14 (6 – 20)

**Tabla 5.** Diferencias de medias de las dimensiones de calidad de vida de acuerdo a las categorías de calidad de la alimentación.

		N	Media	Desviación	Límite inferior	Límite superior
CV dimensión física	PS	104	11,240	2,192	10,814	11,666
	NC	286	11,391	1,798	11,182	11,601
	S	116	12,267	1,921	11,913	12,620
	Total	506	11,561	1,949	11,391	11,731
CV dimensión psicológica	PS	104	12,615	1,991	12,228	13,002
	NC	286	12,699	1,831	12,486	12,912
	S	116	13,500	1,895	13,151	13,848
	Total	506	12,865	1,908	12,698	13,032
CV dimensión social	PS	104	13,423	3,152	12,810	14,036
	NC	286	13,279	3,087	12,920	13,639
	S	116	14,120	3,396	13,496	14,745
	Total	506	13,502	3,186	13,223	13,780
CV dimensión ambiental	PS	104	12,846	2,359	12,387	13,305
	NC	286	13,209	2,171	12,957	13,462
	S	116	14,198	2,171	13,798	14,597
	Total	506	13,361	2,258	13,164	13,558

psicológica y ambiental experimentaron puntuaciones mayores, en la medida que aumenta la calidad global de la alimentación, alcanzando los puntajes promedios más altos en la categoría de saludable. En el caso de la dimensión social, si bien, el puntaje promedio mayor lo obtuvo la categoría saludable, la categoría poco saludable obtuvo puntuaciones mayores que la categoría de necesita cambios.

### Discusión

El objetivo de la presente investigación fue comparar la calidad de vida y sus dimensiones en función de las categorías de calidad de la alimentación en adultos chilenos. Se hipotetizó que los mayores niveles de calidad de vida en todas sus dimensiones lo experimentan las categorías más altas de calidad de la alimentación.

Los principales hallazgos de la investigación indican que las medias de calidad de vida

en las dimensiones física, psicológica y ambiental aumentan a medida que aumenta el nivel de las categorías de calidad de la alimentación. Esto se condice con la evidencia previa, donde mejores indicadores de calidad de la alimentación como mayor consumo de frutas y verduras se relacionaron con mayores niveles de calidad de vida (18), mientras que un consumo insuficiente de frutas y verduras se asociaron a menor calidad de vida (19).

Respecto de las dimensiones física, la evidencia es robusta respecto del efecto positivo de una alimentación nutricionalmente equilibrada y suficiente sobre el estado de salud físico que favorecería una mayor calidad de vida (29). En línea con lo anterior, un estudio reciente realizado en población adulta ocupacionalmente activa evidenció que una mayor adherencia a patrones dietéticos saludables se asocia con una mejor calidad de vida percibida, mientras que una adherencia reducida a dichos patrones se relaciona con una peor percepción general del bienestar (30).

En cuanto a la dimensión psicológica, los resultados del presente estudio son consistentes con

investigaciones previas que han vinculado una mejor calidad de la dieta con una mayor salud mental, menor sintomatología depresiva y mayor resiliencia. Por ejemplo, estudios en población adulta han demostrado que una alimentación saludable se asocia positivamente con el bienestar psicológico y la capacidad de afrontamiento ante el estrés (31). Asimismo, en estudiantes universitarios, una mejor calidad dietética se relaciona con mayores niveles de autoeficacia, menor IMC y mejor salud mental percibida (32).

Por su parte, mayores niveles en la dimensión ambiental, referida al entorno físico cotidiano y accesibilidad a servicios, podría estar explicado por la accesibilidad económica y física de alimentos suficientes y variados que favorecería una mayor calidad de la alimentación (33) en aquellas comunidades con entornos físicos y ambientes alimentarios adecuados (34).

Por otra parte, la dimensión social de la calidad de vida fue la única, de las cuatro dimensiones evaluadas que no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto de las categorías de calidad de la alimentación. Esto puede ser explicado dada la naturaleza de esta dimensión, ya que, la dimensión social está orientada a las relaciones interpersonales, la vida social y el tiempo de ocio (35). En este contexto, una vida social activa donde frecuentemente las actividades de ocio se complementan con el consumo de alimentos fuera del hogar, habitualmente ultraprocesados y, el consumo de alcohol puede favorecer menores niveles de calidad de la alimentación (36).

Respecto a las limitaciones del estudio, su naturaleza transversal impide el análisis de la evolución de ambas variables, por lo que es recomendable para investigaciones futuras diseñar estudios longitudinales, experimentales y análisis diferenciados por rangos de edad. Adicionalmente, no realizar un muestreo probabilístico limita la generalización de los resultados hacia otros contextos diferentes. Por otra parte, la utilización de un cuestionario automatizado en línea podría subrepresentar a niveles socioeconómicos más bajos con mayores limitaciones de acceso a recursos tecnológicos. Asimismo, más del 50 % de los participantes posee educación superior, lo que podría reflejar una situación socioeconómica más favorable en comparación con la media nacional. Esta característica, junto con la localización geográfica del estudio, podría haber influido en los patrones

de consumo observados. Por tanto, los resultados deben interpretarse considerando lo anterior.

No obstante, a las debilidades declaradas, la presente investigación cuenta con fortalezas relevantes. En este sentido, la principal fortaleza de esta investigación radica en que se analizaron todas las dimensiones que componen la calidad de vida, pudiendo identificar diferencias que serían inadvertidas con la concepción global de calidad de vida. En consecuencia, la especificación de las dimensiones permite un análisis más detallado respecto de su relación con la calidad de la alimentación. Por otra parte, aborda la relación entre calidad de vida y calidad de la alimentación en población general, una población no tan explorada puesto que el foco ha estado en población clínica. Este es un aspecto a destacar, sobre todo considerando que las características individuales y contextuales de la población clínica difieren de forma sustantiva de la población general.

## **Conclusiones**

Las dimensiones física, psicológica y ambiental de la calidad de vida presentaron niveles más altos a medida que aumentaban las categorías de calidad de la alimentación presentando diferencias estadísticamente significativas. Por su parte, la dimensión social no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto de las categorías de calidad de la alimentación.

## **Agradecimientos**

Al Observatorio de la Alimentación ODA360 por su apoyo en la recolección de datos.

## **Conflicto de intereses**

Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

## Referencias

1. The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Soc Sci Med.* 1995; 41(10):1403-1409. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00112-k](https://doi.org/10.1016/0277-9536(95)00112-k)
2. Felce D, Perry J. Quality of life: its definition and measurement. *Res Dev Disabil.* 1995;16(1):51-74. [https://10.1016/0891-4222\(94\)00028-8](https://10.1016/0891-4222(94)00028-8)
3. Skevington, S, Lotfy, M, O'Connell, K. The World Health Organization's WHOQOL-BREF quality of life assessment: Psychometric properties and results of the international field trial. A Report from the WHOQOL Group. *Qual Life Res* 2004;13 (2):299-310. <https://10.1023/B:QURE.0000018486.91360.00>
4. Kartschmit N, Beratarrechea A, Gutierrez L, Cavallo A, Rubinstein A, Irazola V. Health care access and health-related quality of life among people with diabetes in the Southern Cone of Latin America—a cross-sectional analysis of data of the CESCAS I study. *Qual Life Res.* 2020; 30:1005-1015. <https://10.1007/s11136-020-02704-1>
5. Blom E, Aadland E, Skrove G, Solbraa A, Oldervoll L. Health-related quality of life and intensity-specific physical activity in high-risk adults attending a behavior change service within primary care. *PLoS ONE.* 2019;14(12): e0226613. <https://10.1371/journal.pone.0226613>
6. Orszulak N, Kubiak K, Kowal A, Czapla M, Uchmanowicz I. Nurses' Quality of Life and Healthy Behaviors. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19(19): 12927. <https://10.3390/ijerph191912927>
7. Vincens N, Emmelin M, Stafström M. Social capital, income inequality and the social gradient in self-rated health in Latin America: A fixed effects analysis. *Soc Sci Med.* 2018; 196: 115-122. <https://10.1016/j.socscimed.2017.11.025>
8. Vajdi M, Farhangi M. A systematic review of the association between dietary patterns and health-related quality of life. *Health Qual Life Outcomes.* 2020;18(1):337. <https://10.1186/s12955-020-01581-z>
9. Ratner R, Hernández P, Martel J, Atalah E. Propuesta de un nuevo índice de calidad global de la alimentación. *Rev. chil. nutr.* 2017; 44(1): 33-38. <https://10.4067/S0717-75182017000100005>
10. Anton S, Lee S, Donahoo W, et al. The Effects of Time Restricted Feeding on Overweight, Older Adults: A Pilot Study. *Nutrients.* 2019;11(7):1500. <https://10.3390/nu11071500>
11. Selvaraj R, Selvamani TY, Zahra A, et al. Association Between Dietary Habits and Depression: A Systematic Review. *Cureus.* 2022;14(12):e32359. <https://10.7759/cureus.32359>
12. Cuevas-Cervera M, Perez-Montilla JJ, Gonzalez-Muñoz A, Garcia-Rios MC, Navarro-Ledesma S. The Effectiveness of Intermittent Fasting, Time Restricted Feeding, Caloric Restriction, a Ketogenic Diet and the Mediterranean Diet as Part of the Treatment Plan to Improve Health and Chronic Musculoskeletal Pain: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(11):6698. <https://10.3390/ijerph19116698>
13. Sulistyo A, Abrahao A, Freitas M, Ritsma B, Zinman L. Enteral tube feeding for amyotrophic lateral sclerosis/motor neuron disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;8(8):CD004030. <https://10.1002/14651858.CD004030.pub4>
14. Bu Y, Qu J, Ji S, et al. Dietary patterns and breast cancer risk, prognosis, and quality of life: A systematic review. *Front Nutr.* 2023; 9:1057057. <https://10.3389/fnut.2022.1057057>
15. Sánchez-Sánchez E, Ruano-Álvarez MA, Díaz-Jiménez J, Díaz AJ, Ordonez FJ. Enteral Nutrition by Nasogastric Tube in Adult Patients under Palliative Care: A Systematic Review. *Nutrients.* 2021;13(5):1562. <https://10.3390/nu13051562>
16. Camelo-Rojas L, Piñeros-Carranza G, Chaves-Bazzani L. Fomento de alimentación laboral saludable en América del Sur. *Rev Cient Cienc Med* 2020;23(1):61-68.
17. Pano O, Gamba M, Bullón-Vela V, et al. Eating behaviors and health-related quality of life: A scoping review. *Maturitas.* 2022; 165:58-71. <https://10.1016/j.maturitas.2022.07.007>
18. Noll PRES, Noll M, Zangirolami-Raimundo J, et al. Life habits of postmenopausal women: Association of menopause symptom intensity and food consumption by degree of food processing. *Maturitas.* 2022; 156:1-11. <https://10.1016/j.maturitas.2021.10.015>
19. Vilugrón F, Molina T, Gras ME, Font-Mayolas S. Hábitos alimentarios, obesidad y calidad de vida relacionada con la salud en adolescentes chilenos. *Rev. Méd. Chile.* 2020;148(7): 921-929. <https://10.4067/S0034-98872020000700921>
20. Cardazo A, Dopico X, Iglesias-Soler E, Cardazo C, Gude F. Calidad de vida relacionada con la salud y su relación con la adherencia a la dieta mediterránea y la actividad física en universitarios de Galicia. *Nutr clin diet hosp.* 2017;37(2):42-49. <https://10.12873/372cardaso>
21. Zavala JP, Leraç L, Vio F. Actividad física y dieta saludable, percepción de peso y estrés en población adulta de Chile: Análisis de la encuesta de calidad de vida y salud 2006. *ALAN.* 2010; 60 (4): 319-324. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2010/4/art-1/>
22. Hargreaves SM, Raposo A, Saraiva A, Zandonadi RP. Vegetarian Diet: An Overview through the Perspective of Quality of Life Domains. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(8):4067. <https://10.3390/ijerph18084067>
23. Hibbeln J, Northstone K, Evans J, Golding J. Vegetarian diets and depressive symptoms among men. *J Affect Disord.* 2018; 225:13-17. <https://10.1016/j.jad.2017.07.051>
24. Baş M, Karabudak E, Kiziltan G. Vegetarianism and eating disorders: association between eating attitudes and other psychological factors among Turkish adolescents. *Appetite.* 2005;44(3):309-315. <https://10.1016/j.appet.2005.02.002>
25. Ministerio de Salud. "Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Segundos Resultados" 2018. [https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS\\_MINSAL\\_31\\_01\\_2018.pdf](https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS_MINSAL_31_01_2018.pdf)

26. Rodríguez X, Villota C, Toledo Álvaro, Salva R, Cortés V. Estado nutricional y consumo de frutas, verduras, legumbres, alimentos procesados y ultraprocesados en adultos de Santiago de Chile. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2023; 27(3): 232–240. <https://doi.org/10.14306/renhyd.27.3.1889>.
27. Thomas-Lange J. Sobrepeso y obesidad en Chile: Consideraciones para su abordaje en un contexto de inequidad social. *Rev. chil. nutr.* 2023; 50(4): 457-463. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182023000400457>.
28. Johnson TP. Snowball Sampling: Introduction. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. 2014. <https://10.1002/9781118445112.STAT05720>.
29. Muscaritoli M. The Impact of Nutrients on Mental Health and Well-Being: Insights from the Literature. *Front Nutr*. 2021; 8: 656290. <https://10.3389/fnut.2021.656290>.
30. Nasab SJ, Hamedani SG, Roohafza H, Feizi A, Clark CCT, Sarrafzadegan N. The association between dietary patterns and quality of life: a cross-sectional study among a large sample of industrial employees. *BMC Public Health*. 2023;23(1):2016. <https://10.1186/s12889-023-16898-9>.
31. Springfield-Trice S, Joyce C, Wu YH, Hsing AW, Cunanan K, Gardner C. Diet Quality and Resilience through Adulthood: A Cross-Sectional Analysis of the WELL for Life Study. *Nutrients*. 2024;16(11):1724. <https://10.3390/nu16111724>.
32. Wang X, He X, Fu K, Zhang Y. The influence of early diet quality on the mental health of college students: the mediation effects of height and qi-deficiency. *Front Public Health*. 2024;12:1363866. <https://10.3389/fpubh.2024.1363866>.
33. Petrovskis A. Beyond the physical built environment. *Public Health Nutr*. 2020; 24(10): 2998 – 2999. <https://10.1017/S1368980020000798>.
34. Drownowski A, Monterrosa E, Pee S, Frongillo E, Vandevijvere S. Shaping Physical, Economic, and Policy Components of the Food Environment to Create Sustainable Healthy Diets. *Food Nutr Bull*. 2020; 41(2): 74S - 86S. <https://10.1177/0379572120945904>.
35. Kuczynski A, Kanter J, Robinaugh D. Differential associations between interpersonal variables and quality-of-life in a sample of college students. *Qual Life Res*. 2019; 29(1): 127-139. <https://10.1007/s11136-019-02298-3>.
36. Wellard-Cole L, Davies A, Chen J, Jung J, Bente KB, Kay J, et al. The Contribution of Foods Prepared Outside the Home to the Diets of 18- to 30-Year-Old Australians: The MYMeals Study. *Nutrients*. 2021;13(6):1761. <https://10.3390/nu13061761>

Recibido: 25/11/2024  
Aceptado: 14/05/2025

## Formulación de galletas endulzadas con hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni: caracterización fisicoquímica, microbiológica, nutricional y sensorial

Guillermina Ailén Guerrero<sup>1,2</sup> , Marisa Beatriz Vázquez<sup>3</sup> , Marina Laura Wallinger<sup>1,3</sup> .

**Resumen:** Formulación de galletas endulzadas con hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni: caracterización fisicoquímica, microbiológica, nutricional y sensorial.

**Introducción.** En Argentina las enfermedades no transmisibles se encuentran en aumento. La búsqueda de opciones alimenticias reducidas en azúcares simples acompaña esta situación. **Objetivo.** Formular galletitas endulzadas con hojas secas de *Stevia rebaudiana* Bertoni y caracterizarlas de manera fisicoquímica, microbiológica, nutricional y sensorial de forma preliminar. **Materiales y métodos.** Se elaboró una formulación base con 100% sacarosa (C) y a partir de esta, tres con 50% (P1), 75% (P2) y 100% (P3) de hojas secas de Stevia. Se realizaron ensayos gravimétricos para el análisis fisicoquímico; recuento de hongos y levaduras, coliformes totales, y mesófilos para el análisis microbiológico; se determinó la composición nutricional mediante extracción Soxhlet (lípidos), método de Kjeldahl (proteínas), fibra dietética (AACC 32-05.01) y carbohidratos (diferencia al 100%). Se realizó una prueba sensorial hedónica (n=14). Análisis estadístico ANOVA (post test Tukey y análisis de penalizaciones),  $\alpha=0,05$ . **Resultados.** La muestra C difiere significativamente de P1, P2 y P3 en humedad, cenizas, proteínas y carbohidratos. A su vez, en carbohidratos, los cuatro prototipos son dispares. Las cuatro formulaciones presentaron bajos recuentos de microorganismos. El color fue mayoritariamente evaluado como "lo justo" en P1 y P2. En la aceptabilidad global P1 y P2 presentaron una media superior al punto medio. **Conclusiones.** Las cuatro muestras difieren entre sí en la composición de carbohidratos y son inocuas para el consumo. P1 y P2 se presentan como opciones prometedoras de consumo, aunque se requieren mayores estudios sensoriales. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 27-35.**

**Palabras clave:** *Stevia rebaudiana* Bertoni; galletas funcionales; reducción de azúcar.

**Abstract:** Formulation of cookies sweetened with *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves: physicochemical, microbiological, nutritional and sensory characterization

**Introduction.** In Argentina, non-communicable diseases are on the rise. The search for food options reduced in simple sugars accompanies this situation. **Objective.** To formulate cookies sweetened with dried leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni and to characterize them in a preliminary physicochemical, microbiological, nutritional and sensory way. **Materials and methods.** A base formulation was prepared with 100% sucrose (C) and from this, three formulations with 50% (P1), 75% (P2) and 100% (P3) of dried Stevia leaves. Gravimetric assays were performed for physicochemical analysis; fungi and yeast counts, total coliforms, and mesophiles for microbiological analysis; nutritional composition was determined by Soxhlet extraction (lipids), Kjeldahl method (proteins), dietary fiber (AACC 32-05.01) and carbohydrates (difference at 100%). A hedonic sensory test was performed (n=14). Statistical analysis ANOVA (Tukey post test and penalty analysis),  $\alpha=0.05$ . **Results.** Sample C differs significantly from P1, P2 and P3 in moisture, ash, protein and carbohydrate. In turn, in carbohydrates, the four prototypes are disparate. All four formulations had low microorganism counts. Color was mostly evaluated as "just right" in P1 and P2. In overall acceptability P1 and P2 presented a mean above the midpoint. **Conclusions.** The four samples differ from each other in carbohydrate composition and are safe for consumption. P1 and P2 present themselves as promising consumption options, although further sensory studies are required. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 27-35.**

**Keywords:** *Stevia rebaudiana* Bertoni; functional cookies; sugar reduction.

### Introducción

En la actualidad la tendencia por la búsqueda de nuevos alimentos reducidos en hidratos de carbono simples, principalmente sacarosa, está en

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Lanús, Departamento de Salud Comunitaria.

<sup>2</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

<sup>3</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Nutrición. Autor para la correspondencia: Marina Laura Wallinger, e-mail: mlwallinger@gmail.com



aumento (1). Esto se relaciona con la situación epidemiológica nutricional de Argentina en donde la obesidad y el sobrepeso son las formas más comunes de malnutrición por exceso en todos los grupos etarios (2). Estas enfermedades coexisten con otras como la diabetes tipo 2, la hipertrigliceridemia y el síndrome metabólico. Según los datos revelados de la última Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS) (2) en la Argentina, en la población adulta, la prevalencia de exceso de peso es del 67,9%, siendo mayores los índices de esta en los quintiles de ingresos más bajos con relación a los más altos. Por su parte, la 4ta Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR) (3), mostró que la glucemia alterada o diabetes autorreportada en la población aumentó de 8,4% en 2005 a 12,7% en 2018. Estos datos pueden ser analizados desde los cambios vividos en la sociedad, donde la reducción de la actividad física junto con las transformaciones laborales se combina con el consumo de alimentos de mala calidad nutricional con altos niveles de hidratos de carbono simples, entre otros nutrientes críticos (4). Este patrón alimenticio fue reportado por 2da ENNyS (2), la cual identificó que el 17,2% de la población consumió productos de pastelería, facturas, galletas dulces, cereales con azúcar al menos una vez al día. Sumado a esto, un estudio realizado por Tamburini *et al.* (5), reveló que la ingesta de galletas fue de 19,92 g/adulto equivalente por día en un hogar multigeneracional, con al menos un adulto de 60 años o más, durante el período analizado (2017-2018). Este valor asciende a 37,48 g/adulto equivalente por día en hogares constituidos por personas de 60 años o más, por lo que la ingesta supera lo recomendado por las Guías Alimentarias para la Población Argentina (6) donde se menciona que la ingesta de estos alimentos debe ser de forma ocasional. Esto demuestra que las galletas forman parte de la costumbre alimentaria Argentina. Están presentes en la mesa para el desayuno, colación y merienda. Estos productos están formados por harinas, azúcares y grasas generando un alimento apetecible, fácil de elaborar y consumir. Por su baja actividad acuosa presentan una larga vida útil, con la capacidad de ser almacenados y, además, son fáciles

de transportar presentando mayores ocasiones de consumo. Por estos motivos, las masas de galletas se constituyen en una matriz a la que se le puede sustituir y modificar variedad de ingredientes para mejorar la calidad nutricional del producto. La adición de hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni -estevia-, como sustituto de la sacarosa, constituye una opción para disminuir el aporte de hidratos de carbono simples de estos productos.

La estevia es una planta que crece en regiones subtropicales y se adapta su cultivo a la región Bonaerense (7). Contribuye a la carga de dulzor de manera no calórica debido a sus glicósidos diterpenos principales, esteviósido y rebaudiósido A. Estos presentan gran variabilidad pudiéndose encontrar en la hoja entre 0-21% de esteviósido y 0-12% de rebaudiósido A (8) y poseen diferentes cualidades sensoriales. El esteviósido presenta gusto amargo mientras que el rebaudiósido A no, por lo que la adición de estevia en preparados suele ser un desafío para los establecimientos elaboradores y las familias ya que suele modificar las características sensoriales y la aceptabilidad de los consumidores. Además, la hoja contiene polifenoles (9), flavonoides, entre otros compuestos que le confieren actividad biológica como antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana, etc. (10, 11).

En este sentido, el objetivo de la investigación fue evaluar de manera fisicoquímica, microbiológica, nutricional y sensorial las primeras formulaciones experimentales de galletas endulzadas con diferentes proporciones de sacarosa y su reemplazo por hojas secas y molidas de *estevia*.

## Materiales y métodos

Durante el período comprendido entre mayo y septiembre del año 2023 se realizaron las pruebas preliminares de las formulaciones caseras (para ser elaboradas en el hogar de galletas dulces).

Antes de los cuatro prototipos de galletas dulces evaluados en este trabajo, se probaron otros ingredientes, como harina de algarroba, esencia de frutilla, cloruro de sodio, canela en polvo, y otras proporciones de estevia. Estas galletas permitieron, a través de la evaluación de atributos sensoriales (apariencia, textura, olor, sabor, retrogusto), detectar las materias primas y cantidades

adecuadas para la posterior formulación de las galletas presentadas a continuación en este manuscrito.

Para la elaboración preliminar de las galletas, se compraron ingredientes de la industria argentina obtenidos de comercios de cercanía a excepción de las hojas de estevia que se cultivaron en la Huerta Agroecológica de la Universidad Nacional de Lanús. Los ingredientes utilizados fueron: harina de trigo leudante, manteca, coco rallado, esencia de vainilla, sacarosa, cacao alcalino y huevo.

Las hojas de estevia fueron cosechadas en diciembre de 2022 y sometidas a secado natural hasta humedad menor al 10%. La humedad de las hojas de estevia fue de 8,14%. Luego, se despallaron y se guardaron las hojas secas en frascos de vidrio al abrigo de la luz. En el momento de su uso, se molieron con procesadora a alta velocidad y se tamizaron para eliminar restos de hojas con tamaño mayor a 1mm.

Se elaboraron en total cuatro preparaciones de galletas dulces: 100% sacarosa (C), 50% estevia-50% sacarosa (P1), 75% estevia- 25% sacarosa (P2) y 100% estevia (P3). La cantidad de estevia fue calculada en base al poder edulcorante de las hojas y las equivalencias de dulzor entre la sacarosa y la estevia (12). En la Tabla 1 se exponen las proporciones utilizadas para la elaboración de las galletas.

**Tabla 1.** Formulación de las galletas con sus respectivos ingredientes

Ingredientes	Porcentaje (%)			
	C	P1	P2	P3
Harina leudante 0000	31	40,5	45,25	50
Huevo	20	20	20	20
Manteca	20	20	20	20
Sacarosa	20	10	5	0
Cacao alcalino	4	4	4	4
Coco rallado	4	4	4	4
Esencia de vainilla	1	1	1	1
Hojas de estevia seca y molida	0	0,5	0,75	1

La secuencia de operaciones realizada para la elaboración de las galletas se encuentra descripta en la Figura 1. El primer reposo y enfriado se realizó en heladera (Whirlpool WRM45AK) por 30 minutos. Pasado este tiempo, se estiraron las masas hasta 1 cm de altura con palo de amasar, y se cortaron con cortante circular de acero inoxidable de 5 cm de diámetro. Se colocaron en fuentes y se llevaron a horno precalentado (Longvie 600 DTX Bronze Line) a 160 °C por 8 minutos. Se dejaron enfriar y se guardaron a temperatura ambiente en bolsas de polipropileno para su posterior análisis.

#### *Análisis fisicoquímico*

La determinación de la humedad en las galletas se realizó bajo el método directo por secado en estufa (13) y para las cenizas se siguió el método directo A.O.A.C, 923.03, 1990 (14).

#### *Análisis microbiológico*

Para la realización del análisis primero se preparó el homogenato con 10 g de galleta y 90 ml de agua peptonada como diluyente. El recuento de hongos y levaduras se efectuó siguiendo la norma ISO 6611:2004 (15), el recuento de coliformes totales con la metodología ISO 4832:2006 (16) y el recuento de mesófilos se realizó bajo la metodología ISO 4833-1:2013 (17).

Los resultados fueron expresados en unidades formadoras de colonia por gramo de muestra (UFC/g).

#### *Análisis nutricional*

El análisis de proteínas se operó mediante la técnica de Kjeldhal (18) utilizando el factor de conversión 6.25. La determinación del contenido lipídico bruto se realizó mediante el método de extracción directa con disolvente éter de petróleo (19). El contenido total de hidratos de carbono se estimó por el método de la diferencia, en el cual al valor de 100 se le resta el porcentaje de proteínas, grasas, humedad y cenizas. Para la determinación del contenido de fibra dietética total se utilizó el método enzimático gravimétrico AACC 32-05.01, utilizando el kit *Total Dietary Fibre Kit Assay* (Megazyme, U.C., Irlanda) (20).

### Análisis sensorial

Las galletas fueron evaluadas en una sesión con fines exploratorios para obtener una evaluación preliminar e identificar la tendencia general de la aceptabilidad y atributos sensoriales, por lo que se seleccionaron 14 consumidores de galletas dulces elegidos debido a su representatividad del público objetivo. Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se prevé, en una segunda evaluación sensorial, ampliar el número de consumidores cumpliendo con lo descrito por Hough *et al* (21). Los jueces analizaron en atributos sensoriales (color, dureza, olor, gusto dulce, retrogusto) las cuatro formulaciones en una escala de punto justo de 5 puntos (1: muy poco, 2: poco, 3: lo justo, 4: mucho, 5: extremo). Además, puntuaron la aceptabilidad global en una escala hedónica de 5 puntos (desde me disgusta mucho hasta me gusta mucho). Los participantes desconocían la composición de las galletas, las cuales fueron codificadas con número de tres cifras. Cada evaluador probó las cuatro muestras, siendo éstas presentadas de manera secuencial dentro de las 24 combinaciones posibles. Se utilizó agua para limpiar el paladar durante las pruebas.

### Análisis estadístico

Para la sistematización de los datos, se construyó una tabla en Microsoft Excel 2019 y se analizaron los datos fisicoquímicos y nutricionales por análisis de varianza (ANOVA), y diferencias de medias por Tukey ( $\alpha=0,05$ ) utilizando del paquete estadístico InfoStat versión 2020. La aceptabilidad se presentó como media y desvió estándar y para los atributos sensoriales evaluados se utilizó la medida de resumen frecuencia absoluta.

Además, se realizó el análisis de penalizaciones para la evaluación sensorial por medio del programa XLSTAT 2024 (versión de prueba).

### Consideraciones éticas

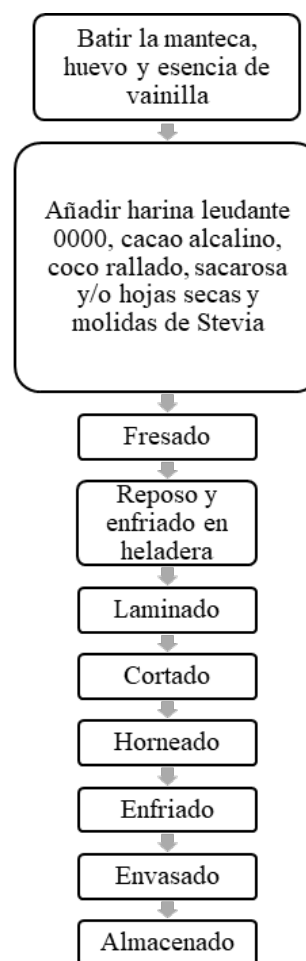
El estudio contó con la aprobación de la Comisión de Ética de la Investigación de la Universidad Nacional de Lanús (código: RG-01 versión:04) y a los catadores se les presentó

y firmaron un Consentimiento con información de la investigación.

## Resultados

La elaboración artesanal de las galletas se logró de manera satisfactoria (Figura 1). Las formulaciones C y P1 requirieron de un segundo enfriado en heladera luego del laminado para poder realizar el cortado y posterior horneado.

En cuanto a la composición fisicoquímica (Tabla 2), la humedad de la muestra C y P2 presentaron diferencias significativas con los otros tres prototipos (P1, P2 y P3 y C, P1 y P3 respectivamente). Por el lado de las cenizas, todas las formulaciones difirieron entre sí.



**Figura 1.** Secuencia de operaciones utilizada para la elaboración de las galletas

**Tabla 2.** Formulación de las galletas con sus respectivos ingredientes

Componente (g/100g)	C	P1	P2	P3
Humedad	7,82±0,08 <sup>a</sup>	10,04±0,02 <sup>c</sup>	8,87±0,22 <sup>b</sup>	9,81±0,15 <sup>c</sup>
Cenizas (*)	2,34±0,01 <sup>d</sup>	2,66±0,01 <sup>e</sup>	2,83±0,04 <sup>f</sup>	3,06±0 <sup>g</sup>
Proteínas	7,23±0,01 <sup>h</sup>	8,58±0,17 <sup>i</sup>	11,20±0,56 <sup>j</sup>	10,83±0,13 <sup>j</sup>
Lípidos	24,21±0,02 <sup>k,l</sup>	25,16±0,46 <sup>l</sup>	28,92±0,56 <sup>m</sup>	29,76±0,35 <sup>m</sup>
Fibra dietética (**)	3,15	9,39	11,09	11,13
Hidratos de carbono totales	45,02±0,04 <sup>n</sup>	53,58±0,30 <sup>o</sup>	48,20±0,26 <sup>p</sup>	46,55± 0,62 <sup>o</sup>
Aporte calórico (***)	427	475	498	497

n=2 Valores expresados como promedio ± desvío estándar.

\*en base seca. \*\* n=1. \*\*\* en kilocalorías. One way Anova p<0,001 para todas las determinaciones.

Post test Tukey (p<0,05) por fila: a C vs P1, P2 y P3; b P2 vs C, P1 y P3; c P1 y P3 no son significativamente diferentes; d C vs P1, P2 y P3; e P1 vs C, P2 y P3; f P2 vs C, P1 y P3; g P3 vs C, P1 y P2; h C vs P1, P2 y P3; i P1 vs P2 y P3; j P2 y P3 no son significativamente diferentes; k C vs P2 y P3; l P1 y C no son significativamente diferentes; m P2 y P3 no son significativamente diferentes; n C vs P1, P2 y P3; o P3 vs C, P1 y P2; p P2 vs C, P1 y P3; q P1 vs C, P2 y P3.

Se observa, la composición nutricional (Tabla 2), que la formulación C es significativamente diferente a P1, P2 y P3 en proteínas e hidratos de carbono. En cuanto a los lípidos, C es estadísticamente igual a P1. La media de hidratos de carbono totales es dispar en todas las muestras, siendo mayor en P1 y menor en C. El contenido de fibra es mayor en P3, seguido de P2, P1 y C.

Continuando con el análisis microbiológico, la formulación C presentó mayor recuento de mesófilos (90 UFC/g), seguido por el prototipo P1 (50 UFC/g), P2 (30 UFC/g) y P3 10 UFC/g); por lo que la sacarosa pudo favorecer la fermentación por acción bacteriana. En el

recuento de hongos y levaduras y coliformes totales las cuatro muestras estudiadas presentaron un valor menor a 10 UFC/g.

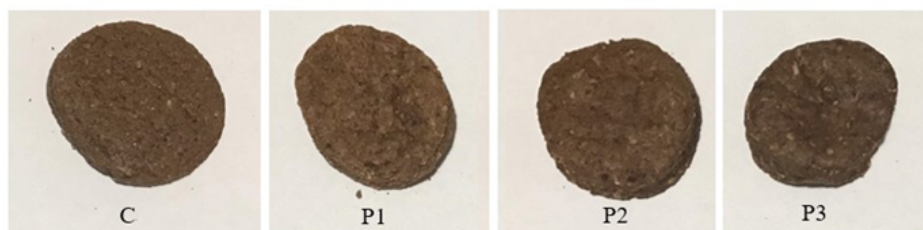
La Tabla 3 presenta las frecuencias absolutas de los atributos estudiados.

En cuanto a la evaluación sensorial del olor, la frecuencia para el punto justo fue en orden decreciente en P1, P2 y P3. La mayoría de los jueces puntuaron a la muestra C para los atributos color tostado, dureza, y gusto dulce en el punto justo. Las formulaciones P1, P2 y P3 presentaron las mayores frecuencias

**Tabla 3.** Frecuencias absolutas de los atributos para cada uno de los niveles

Nivel	Olor				Color tostado				Dureza				Gusto dulce				Retrogusto			
	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3
Muy poco	1	2	6	6	0	0	0	0	0	9	0	4	0	2	3	10	4	0	1	4
Poco	2	5	4	5	2	1	3	3	1	5	11	8	1	7	8	4	1	6	7	2
Lo justo	9	5	4	2	11	8	9	6	12	0	3	2	12	4	3	0	7	3	3	3
Mucho	2	2	0	1	1	5	2	5	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4	3	5
Extremo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

n=14.



**Figura 2.** Galletas elaboradas con distintos porcentajes de Stevia y sacarosa

en la categoría "lo justo" para el atributo color tostado. Para la dureza, la categoría "muy poco duro" fue la más puntuada para P1 y "poco duro" para P2 y P3. El gusto dulce fue puntuado por mayor cantidad de jueces en "poco" para P1 y P2 y "muy poco" para P3. En cuanto al retrogusto no se presentaron diferencias entre los valores encontrados para "lo justo" entre P1, P2 y P3.

Para la aceptabilidad global, las muestras P1 y P2 presentaron un valor superior al punto medio (3), "no me gusta ni me disgusta". La muestra C evidenció una aceptabilidad mayor, debido a su formulación con 100% sacarosa (Tabla 4).

Por el análisis de penalizaciones se determinó que los atributos que mayor efecto han tenido sobre la aceptabilidad global fueron el olor, la dureza y el gusto dulce demasiado bajos. En la formulación C por el bajo olor. En P1, P2 y en P3 impactó el poco gusto dulce, el poco olor, y la dureza demasiado baja.

**Tabla 4.** Puntuación sensorial media y desvío estándar de la aceptabilidad global en las cuatro formulaciones

Atributo	C	P1	P2	P3
Aceptabilidad global	4,50± 0,5	3,29± 1,1	3,07±1,3	2,64± 1,2

### Discusión

En cuanto al análisis fisicoquímico, la adición de hojas secas y molidas de estevia aporta minerales a las preparaciones que contienen este material vegetal. Esto se observa en el aumento creciente en el valor de cenizas en

concordancia al aumento de estevia en la formulación. Este aporte también lo plasmó un estudio que caracterizó galletas elaboradas con harina de lino y hojas de estevia (22). A su vez, también encontraron, al igual que el hallazgo del presente estudio y el realizado por Barbosa-Martín *et al.* (23), que el contenido de fibra es mayor a medida que se incrementa la cantidad de hojas de estevia utilizadas.

Se encontró en la formulación C menor contenido acuoso pudiéndose percibir relación con la dureza, ya que esta muestra es la que presentó mayor frecuencia para la categoría "lo justo" para este atributo diferenciándose de las demás. La muestra P1 manifestó el mayor contenido de humedad que luego se evidenció en la evaluación sensorial donde la dureza demasiado baja produjo el descenso en la aceptabilidad global. En el estudio realizado por Hussain *et al.* (24) un panel de diez jueces entrenados evaluó seis galletas dulces elaboradas con harina de trigo, 3% y 6% de goma de cactus y de acacia, y observaron que las galletas con harina de trigo recibieron la puntuación más alta para la textura y aceptabilidad. Por el contrario, las que contenían 6% de cactus fueron puntuadas con menor calificación para la aceptabilidad y la textura. Por lo que la textura, dentro del cual se encuentra el atributo mecánico de dureza, es un parámetro que se relaciona con la aceptabilidad global de las galletas.

Por el lado de la calidad microbiológica, los resultados del análisis para hongos y levaduras, coliformes totales y mesófilos fueron inferiores a lo determinado por el Código Alimentario Argentino (25), 104 UFC/g, 103 UFC/g, 106 UFC/g respectivamente. Esto refleja condiciones necesarias y obligatorias para la preparación de alimentos como las buenas prácticas de manufactura e higiene del sitio de elaboración, condiciones higiénicas de la materia prima, adecuada temperatura y tiempo de cocción y ambiente seguro de almacenamiento.

Las formulaciones P2 y P3 no presentaron diferencias significativas en proteínas y grasas, pero sí en hidratos de carbono. En este último nutriente mencionado, se encontró discrepancia entre todas las muestras debido a que se utilizaron diferentes cantidades de sacarosa y de harina leudante. Si bien la galleta C presentó una media menor en carbohidratos, en su formulación el porcentaje (31%) de harina leudante 0000 es menor que P3 (50%). Realizando un análisis diferencial entre hidratos de carbono simples y complejos a través de la formulación, el prototipo C posee un 20% de carbohidratos simples a diferencia de P3 que presenta una cantidad considerablemente menor dada por el aporte de la estevia (0,15%). Este último valor fue determinado a través del estudio realizado por Abou-Arab *et al.* (26) quienes analizaron químicamente las hojas secas de estevia de origen egipcio y encontraron un porcentaje de hidratos de carbono solubles totales de 15,65%.

El análisis sensorial, analizado a la luz de los resultados obtenidos en esta investigación con una muestra pequeña que permite observar la tendencia general, requiere de una lectura bajo esta perspectiva. En cuanto al gusto dulce, las preparaciones P1 y P2 fueron puntuadas mayormente en la categoría "poco". En cambio, C recibió más puntuaciones en lo "justo", por lo que P1 y P2 se percibieron menos dulces que C. Eso se debe a que la galleta C contiene en su formulación 100% sacarosa y este hidrato de carbono simple es considerado patrón del gusto dulce (27).

A medida que aumentó el porcentaje de adición de estevia y disminuyó el de sacarosa, el gusto dulce demasiado bajo impactó en la aceptabilidad global. A diferencia de un estudio realizado por Tassd *et al.* (28) en donde probaron tres diseños de edulcorantes (estándar, 10% más dulce y 10% menos dulce) mezcla de eritrol y glicósidos de esteviol y evaluaron la preferencia en sesenta consumidores de café, sin encontrar diferencias significativas entre las tres preparaciones pudiendo elegir el menos dulce. Este resultado se puede deber a la utilización de las moléculas dulces de la estevia desprovistas de la matriz vegetal, ya que el perfil de dulzor es diferente si se utilizan los glicósidos refinados o la hoja entera (11), y la combinación de glicósidos de esteviol con otro endulzante.

En la aceptabilidad global los resultados mostraron mayor media de aceptabilidad para la formulación C. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Quitral *et al.* (29) y Kalicka *et al.* (30), ya que la

sacarosa no solo cumple funciones en la carga de dulzor sino también tecnológicas y funcionales en el pardeamiento no enzimático y la caramelización que generan mayor aceptabilidad del alimento. Estas reacciones influyen en el color del producto y es una característica de los productos horneados. En este estudio la mayoría de los jueces, en todas las galletas, puntuaron en el punto justo el color tostado y esto pudo deberse a la utilización de cacao alcalino que aportó pigmentos naturales marrones en las cuatro formulaciones. Otras investigaciones encontraron que la sustitución parcial de sacarosa por glicósidos de esteviol le confiere al producto buena calidad tecnológica sin presentar cambios significativos organolépticos (31, 32), aunque cada producto es particular y puede evidenciarse con mayor o menor intensidad la reducción de sacarosa debido los cambios en las propiedades cualitativas e intensidad de dulzor. Así lo reflejó un estudio que evaluó la incorporación de endulzantes en tres alimentos diferentes (yogur natural, té negro, leche con chocolate) y encontraron que los endulzantes se diferenciaban más de la sacarosa cuando se encontraban en el yogurt natural (33).

Otro aspecto a destacar de esta investigación es el poco retrogusto encontrado en las formulaciones P1 y P2. Se ha reportado que la estevia presenta notas amargas, metálicas, y sabores indeseables especialmente cuando se utiliza en grandes cantidades (34). Esta ausencia en la apreciación sensorial pudo deberse a la cantidad usada que es baja en comparación a otras investigaciones (22, 23), pudiendo relacionarse con lo descrito, en párrafos anteriores, para el sabor dulce óptimo.

## Conclusiones

Los datos expuestos resultan del estudio preliminar del uso de hojas de estevia en una matriz alimentaria de consumo masivo en la Argentina.

De este estudio se concluye que la estevia aporta minerales y fibra dietética,

encontrándose en P1 y P2 cantidades elevadas de estos compuestos. Estas dos formulaciones son potenciales alimentos a consumir por la población debido a su seguridad microbiológica y a los resultados exploratorios preliminares positivos encontrados en la evaluación sensorial. Las mismas, por sus propiedades y bajo contenido de hidratos de carbono simples, contribuyen a mejorar el perfil epidemiológico nutricional de prevalencia de enfermedades por exceso. Además, el cultivo agroecológico de la estevia aporta a la sustentabilidad y biodiversidad del ecosistema, lo que permite el desarrollo presente y futuro de alimentos seguros y soberanos.

Como continuación de esta investigación se realizará una prueba sensorial afectiva en escala de 9 puntos y un cuestionario CATA (check-all-that-apply) en consumidores (con un N muestral estadísticamente significativo) para evaluar las formulaciones P1, P2 ya que las mismas se presentan como opciones prometedoras debido a los hallazgos encontrados.

### Agradecimientos

Guillermina A. Guerrero agradece a la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires (PBA) por la beca doctoral otorgada.

### Conflictos de interés

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Referencias

1. Daher M, Fahd C, Nour AA, Sacre Y. Trends and amounts of consumption of low-calorie sweeteners: A cross-sectional study. *Clin Nutr ESPEN*. 2022; 48:427-433. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.01.006>
2. Ministerio de Salud y Desarrollo Social de la Nación. 2° Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Argentina; 2019. <https://fagan.org.ar/wp-content/uploads/2020/01/Encuesta-nacional-de-nutricion-y-salud.pdf>
3. Ministerio de Salud y Desarrollo Social de la Nación. 4° Encuesta Nacional de Factores de Riesgo para Enfermedades No Transmisibles. Informe Definitivo. Argentina; 2019. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/salud-publico-el-informe-completo-de-la-4deg-encuesta-nacional-de-factores-de-riesgo>
4. Zapata, M. E., Rovirosa, A., Carmuega, E. Cambios en el patrón de consumo de alimentos y bebidas en Argentina, 1996-2013. *Salud colect*. 2016;12(4): 473-486. <https://doi.org/10.18294/sc.2016.936>
5. Tamburini C, Zapata ME. Hábitos de consumo de alimentos y bebidas en hogares argentinos según presencia de adultos mayores y nivel de ingreso. *Rev Argent Salud Pública*. 2022;14: e82. <https://rasp.msal.gov.ar/index.php/rasp/article/view/790>
6. Ministerio de Salud. Manual para la aplicación de las Guías Alimentarias para la Población Argentina. Argentina; 2018 [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bancos/2020-08/guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina\\_manual-de-aplicacion\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bancos/2020-08/guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina_manual-de-aplicacion_0.pdf)
7. Wallinger ML, Yedvab M, Pelatelli L, Markowski I, Castro R, Guerrero GA, Moreno A V, Díaz FM. Producción agroecológica de *Stevia Rebaudiana* Bertoni (variedad criolla) en la Universidad Nacional de Lanús y elaboración de edulcorantes para transferencia a micro escala. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2019;25(2):75-77. <https://doi.org/10.14642/RENC.2019.25.2.5281>
8. Jiménez T, Cabrera G, Álvarez E, Gómez F. Evaluación del contenido de esteviósido y rebaudiósido A en una población de *Stevia rebaudiana* Bertoni (kaâ heê) cultivada comercialmente. Estudio preliminar. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*. 2010; 8(1):47-53. <https://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v8n1/v8n1a07.pdf>
9. Myint KZ, Wu K, Xia Y, Fan Y, Shen J, Zhang P, Gu J. Polyphenols from *Stevia rebaudiana* (Bertoni) leaves and their functional properties. *J Food Sci*. 2020;85(2):240-248. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15017>
10. Borgo J, Laurella LC, Martini F, Catalán CAN, Sülsen VP. *Stevia* Genus: Phytochemistry and Biological Activities Update. *Molecules*. 2021;26(9):2733. <https://doi.org/10.3390/molecules26092733>
11. Peteliuk V, Rybchuk L, Bayliak M, Storey KB, Lushchak O. Natural sweetener *Stevia rebaudiana*: Functionalities, health benefits and potential risks. *EXCLI J*. 2021; 20:1412-1430. <https://doi.org/10.17179/excli2021-4211>
12. Celaya L, Taiariol D, Valle S, Kolb Koslobsky N. Glicósidos de esteviol y compuestos fenólicos en infusiones de *Stevia rebaudiana* dependiendo de la variedad. *Rev. cienc. tecnol*. 2020;33 (1): 76-84. <https://doi.org/10.36995/j.recyt.2020.33.010>
13. Nielsen S, editor. *Food Analysis*. New York: Springer; 2010. <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/food-analysis.pdf>
14. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. Method No. 923.03. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists; 1990.
15. International Organization for Standardization. Milk and milk products — Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds — Colony-count technique at 25 degrees C. Method No. 6611. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2004.

16. International Organization for Standardization. Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of coliforms — Colony-count technique. Method No. 4832. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2006.
17. International Organization for Standardization. Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique. Method No. 4833-1. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2013.
18. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. Method No.928.08. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists; 1990.
19. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. Method No. 920.39C. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists; 1990.
20. Lee SC, Prosky L, Devries JW. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods – enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: collaborative study. J Assoc Off Anal Chem. 1992; 75:395-416. PMID: 2853153.
21. Hough G, Wakeling I, Mucci A, Chambers IV E, Méndez Gallardo I, Rangel Alves L. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. Food Qual. Prefer. 2006; 17: 522–526. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>
22. Gupta E, Purwar S, Maurya NK, Shakyawar S, Alok S. Formulation of value added low-calorie, high fibre biscuits using flax seeds and *Stevia rebaudiana*. IJPSR. 2017;8(12):5186-5193. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8\(12\).5186-93](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8(12).5186-93)
23. Barbosa-Martín EE, Franco-Carrillo KA, Cabrera-Amaro DL, Moguel-Ordoñez YB, Betancur-Ancona DA. Evaluación de la calidad de galletas reducidas en calorías endulzadas con hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Interciencia. 2018;43(1):17-22. [https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/17-BETANCUR-43\\_1.pdf](https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/17-BETANCUR-43_1.pdf)
24. Hussain S, Alamri MS, Mohamed AA, Ibraheem MA, Qasem AAA, Shamlan G, Ababtain IA. Dough Performance and Quality Evaluation of Cookies Prepared from Flour Blends Containing Cactus (*Opuntia ficus-indica*) and Acacia (*Acacia seyal*) Gums. Molecules. 2022;27(21):7217. <https://doi.org/10.3390/molecules27217217>
25. Código Alimentario Argentino. Alimentos farináceos – cereales, harinas y derivados. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Salud; 2022.
26. Abou-Arab EA, Abou-Arab AA, Abu-Salem MF. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. Afr. J. Food Sci. 2010, 4 (5): 269- 281.
27. González CG, Reyes M. Gusto dulce: Percepción, fuentes alimentarias y preferencias. Rev. chil. nutr. 2023, 50(1):98-105. <http://doi.org/10.4067/S0717-75182023000100098>
28. Tassd OS, dos Santos TGD, Seobel NF. Elaboration of a natural sweetener using Erythritol/Stevia. Food Sci. Technol. 2020,40(2):370-375. <https://doi.org/10.1590/fst.42718>
29. Quitral V, González MA, Carrera C, Gallo G, Moyano P, Salinas J, et al. Efecto de edulcorantes no calóricos en la aceptabilidad sensorial de un producto horneado. Rev. chil. nutr. 2017; 44(2):137-143. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000200004>
30. Kalicka D, Znamirska A, Buniowska M, Esteve Mas MJ, Canoves AF. Effect of stevia addition on selected properties of yoghurt during refrigerated storage. Pol. J. Natur. Sc. 2017; 32(2): 323–334
31. Asghari A, Javadi A, Nikniaz Z, Pourali F, Nikniaz L. Effects of sugar substitution with stevia on physicochemical and sensory properties of chocolate milk. Int J Drug Res Clin. 2023;1: e7. <https://doi.org/10.34172/ijdr.2023.e7>
32. Pielak M, Czarniecka-Skubina E, Gouchowski A. Effect of Sugar Substitution with Steviol Glycosides on Sensory Quality and Physicochemical Composition of Low-Sugar Apple Preserves. Foods. 2020;9(3):293. <https://doi.org/10.3390/foods9030293>
33. Tan VWK, Wee MSM, Tomic O, Forde CG. Rate-All-That-Apply (RATA) comparison of taste profiles for different sweeteners in black tea, chocolate milk, and natural yogurt. J Food Sci. 2020;85(2):486-492. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15007>
34. Schiatti-Sisó IP, Quintana SE, García-Zapateiro LA. Stevia (*Stevia rebaudiana*) as a common sugar substitute and its application in food matrices: an updated review. J Food Sci Technol. 2023;60(5):1483-1492. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05396-2>

Recibido: 04/12/2024  
Aceptado: 24/04/2025

## **Análisis aproximado del riesgo de exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) extrapolado al consumo de café de la población uruguaya**

Maria Pia Imer Rocha Pita<sup>1</sup> , Daniela Colman Gonzalez<sup>1</sup> , Carolina Santin Kerabelnik<sup>1</sup> ,  
Sofía Vargha Acosta<sup>1</sup> , Carolina Menoni<sup>1</sup> .

**Resumen:** Análisis aproximado del riesgo de exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) extrapolado al consumo de café de la población uruguaya. **Introducción.** Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son un grupo de compuestos orgánicos categorizados como posibles agentes cancerígenos. Se forman por la combustión incompleta de materia orgánica o durante el procesamiento y cocción de alimentos, siendo el café uno de ellos como producto del proceso de tostado. Actualmente no se cuenta con datos de contenido de HAPs en cafés comercializados en Uruguay. **Objetivo.** Analizar el riesgo de exposición a HAPs extrapolado al consumo de café de la población uruguaya. **Materiales y métodos.** Se realizó una revisión narrativa, seleccionando artículos científicos sin exclusión del origen geográfico, que reportan el contenido de benzo[a]pireno, criseno, benzo[a]antraceno y benzo[b]fluoranteno en granos molidos, enteros e infusiones de los tipos de café Arábica y Robusta. A partir de estos datos, se realizó un análisis de riesgo calculando los márgenes de exposición (MOE) para escenarios de consumo: leve, medio y alto. **Resultados.** Se incluyeron 14 artículos que reportaron el contenido de HAPs en cafés consumidos en Estados Unidos de América, México, Brasil, Vietnam, Taiwán, Irán, Chile, Dinamarca, Polonia, India y Nigeria producidos en Indonesia, México, Brasil, Vietnam, Taiwán, Puerto Rico, Colombia y Sumatra con diferentes tiempos y temperaturas de tostado, en granos molidos, enteros e infusiones. Del total de los MOEs, 97,9% corresponden a valores superiores a 10.000. **Conclusiones.** En el marco de los MOEs calculados a partir de los escenarios construidos según los datos en la literatura, solo 2,1% corresponden a situaciones de riesgo preocupante desde la salud pública. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 36-47.**

**Palabras clave:** hidrocarburos aromáticos policíclicos, café, margen de exposición.

**Abstract:** Preliminary risk assessment of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) based on coffee consumption in the Uruguayan population. **Introduction.** Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a group of organic compounds composed of two or more fused aromatic rings, categorized as potential carcinogens. They are formed by the incomplete combustion of organic matter or during food processing and cooking. Coffee is one of the foods that contain PAHs, primarily due to the roasting process. At present, there is no available data regarding the PAHs content in coffees sold in Uruguay. **Objective.** To analyze the risk of PAHs exposure to PAHs extrapolated to coffee consumption in the Uruguayan population. **Materials and methods.** A narrative review was conducted, selecting scientific articles without any exclusion based on geographic origin, that reported the content of benzo[a]pyrene, chrysene, benzo[a]anthracene, and benzo[b]fluoranthene in Arabica and Robusta coffee from ground, whole beans, and infusions. Based on these data, a risk analysis was performed by calculating margins of exposure (MOE) for low, medium, and high consumption scenarios. **Results.** Fourteen articles were included, reporting the PAHs content in coffees consumed in the United States of America, Mexico, Brazil, Vietnam, Taiwan, Iran, Chile, Denmark, Poland, India, and Nigeria, produced in Indonesia, Mexico, Brazil, Vietnam, Taiwan, Puerto Rico, Colombia, and Sumatra, with varying roasting times and temperatures, in ground coffee, whole beans, and infusions. Among the total MOEs, 97.9% correspond to values exceeding 10,000. **Conclusions.** Based on the calculated MOEs from the constructed scenarios and considering the data published in the literature, only 2.1% correspond to situations of public health concern. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 36-47.**

**Keywords:** Polycyclic aromatic hydrocarbons, coffee, margin of exposure.

### **Introducción**

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son compuestos orgánicos integrados por dos o más anillos de benceno fusionados, formados por la combustión incompleta de materia orgánica.

<sup>1</sup>Escuela de Nutrición, Universidad de la República, Uruguay. Unidad Académica Área de Investigación, Escuela de Nutrición, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Unidad Académica Departamento de Alimentos, Escuela de Nutrición, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Autor para la correspondencia: Carolina Menoni, e-mail: mmenoni@nutricion.edu.uy



Debido a su toxicidad, son monitoreados periódicamente por organizaciones como el Centro Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (IARC) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) (1). Tras su metabolización, se pueden unir al ADN mediante enlaces covalentes (aductos), lo que conduce a la alteración del producto genético, resultando en alteraciones en la información hereditaria o mutaciones (2-4). Si la mutación se produce en una región activa del genoma, es decir, si actúa sobre un protooncogén (activación anormal o sobreexpresión) o en un gen supresor de tumores (desactivación), tiene el potencial de iniciar la carcinogénesis (5,6).

Los HAPs pueden estar presentes en los alimentos debido a la contaminación ambiental y/o al procesamiento de los mismos. En el ambiente, los HAPs se generan como resultado de incendios y quemaduras, y pueden contaminar los alimentos a través del agua y la tierra de cultivo (7,8). En cuanto a la contaminación durante el procesamiento de alimentos, los HAPs se forman por la exposición a diversas fuentes de calor, como ocurre en los procesos de secado y tostado (1,9,10), y siguiendo la regla de que a mayor tiempo de exposición a la fuente de calor, mayor es el contenido de HAPs en los alimentos (11-14).

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) ha clasificado a 16 HAPs como contaminantes de alta prioridad debido a su potencial toxicidad en humanos y su prevalencia en el ambiente. En base a esto, la EFSA propuso la utilización de 4 marcadores de exposición: B[a]P, HAPs2 (B[a]P + criseno (Ch)), y HAPs4 (HAPs2 + benzo[a]antraceno (B[a]A) + benzo[b]fluoranteno (B[b]F)) y HAPs8 (HAPs4 + B[k]F + benzo[ghi]perileno + dibenzo[a,h]antraceno + indeno[1,2,3-cd]pireno), siendo los más adecuados para la caracterización del riesgo en alimentos el B[a]P, HAPs2 y el HAPs4 (3,4). Adicionalmente, y con la finalidad de evaluar el riesgo de exposición, la EFSA propuso la utilización del enfoque de márgenes de exposición (MOE). Este se basa en la comparación entre la dosis de sustancia que causa una respuesta mínima medible (dosis de referencia o BMDL10) (15) y la exposición.

Para cada marcador de exposición a HAPs, la BMDL10 es de 0,07, 0,17 y 0,34 mg/kg peso corporal/día, para B[a]P, HAPs2 y HAPs4, respectivamente (1). Un MOE menor a 10.000 sugiere un riesgo preocupante desde el punto de vista de la salud pública (1).

El café es una de las bebidas más consumidas en todo el mundo (16), y Uruguay no es la excepción. Un 30% de la población mundial consume al menos una taza por día (17,18), incrementándose este consumo a un 4,2% entre los años 2021 y 2022 (19).

Existen dos especies principales de café presentes en el mercado, *Coffea arabica* (café Arábica) y *Coffea canephora* (café Robusta) (20). Su composición química es muy compleja estando constituido por más de mil compuestos biológicamente activos, incluyendo cafeína, trigonelina, compuestos fenólicos como los ácidos clorogénicos (ACGs), diterpenos como el cafestol y el caveol, minerales, fibras solubles y otros metabolitos secundarios (21).

Son varios los efectos beneficiosos para la salud que otorga el consumo de café, dentro de los más reportados en la literatura se encuentra el efecto de la cafeína (16), que estimula la actividad del sistema nervioso central mediante la liberación de dopamina y nefrina, mejorando así el estado de ánimo, tiempo de reacción, desarrollo cognitivo y ayuda a permanecer en estado de vigilancia en periodos cortos (16,22,23). A su vez, está reportado que estimula la liberación de ácidos grasos libres del tejido adiposo ahorrando la utilización del glucógeno muscular durante el ejercicio prolongado (16,23). Estos compuestos contribuyen además a prevenir y reducir la morbi/mortalidad de enfermedades como diabetes tipo 2, Alzheimer, Parkinson y depresión (16,22). Cabe destacar que la concentración de sustancias que componen el café es variable dependiendo la variedad de grano, su procesamiento y método de tostado (20). Si bien el proceso de tostado es necesario para obtener las características organolépticas deseadas de la bebida, lleva a la reducción de algunos compuestos y a la formación de otros, como melanoidinas y HAPs (2,4,13,21,24-27). Usualmente las temperaturas utilizadas durante estos procesos oscilan entre 190 y 270°C; dependiendo de la misma se pueden formar diferentes HAPs, en temperaturas superiores a 220°C se forman Ch, B[a]A, B[a]P y B[a]F (28), representando así una potencial fuente de exposición a estos compuestos por parte de sus consumidores.

Existen diversas opciones o metodologías para la preparación del café, sin embargo, una de ellas es

infundir los granos molidos con agua caliente y luego dicha infusión es filtrada para separar el líquido obtenido. Existen diferentes métodos de filtrado (V60 Hario, prensa francesa), los cuales determinan no solo las características organolépticas del producto final, sino también la presencia de los HAPs en esta bebida, debido a su hidrofobicidad y su capacidad de adsorberse en pequeñas partículas o superficies (7,29), como puede ser el caso de los filtros. Asimismo, el contenido de HAPs en la infusión depende del tiempo de reposo y la forma de preparación de la misma (13,14,30). Al preparar una infusión de café a partir de granos molidos, la transferencia de HAPs de los granos a la infusión oscila entre 5 y 14%, y de acuerdo a lo reportado en la literatura, este porcentaje depende del tipo de café y grado de tostado del mismo (25,28).

De acuerdo a nuestro conocimiento, el único antecedente reportado sobre estudios de contenido de HAPs en alimentos consumidos por la población uruguaya es en Menoni *et al.* (2021), quienes reportaron que la infusión de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) es uno de los alimentos que aporta HAPs a la dieta de los uruguayos y concluye que este alimento puede presentar un riesgo preocupante para las personas con alto consumo (más de dos infusiones de yerba mate/día) (13). Considerando que el proceso de tostado de los granos de café puede ser una fuente de contaminación por HAPs, que no hay datos publicados en la literatura sobre el contenido de HAPs en cafés comercializados en Uruguay, y debido a que en los últimos cinco años se han incrementado las ventas de este alimento un 16%, esta infusión también podría llegar a ser una posible fuente de exposición preocupante a HAPs por parte la población de nuestro país. Es por ello y con la finalidad de realizar una estimación primaria, en el presente estudio se recabó el contenido de HAPs en café reportado en la literatura científica sin exclusión del origen geográfico a través de una revisión narrativa, para posteriormente realizar la estimación preliminar del riesgo de exposición a HAPs extrapolado al incremento de consumo del café en Uruguay.

## Materiales y métodos

En el presente trabajo se analiza el riesgo de exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) contenidos en café por parte de la población uruguaya a partir de datos de contenido de HAPs obtenidos en la literatura,

el peso corporal de los uruguayos obtenido en la Segunda Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (31) y estableciendo por conveniencia escenarios de consumo de café. Para ello, la metodología se divide en dos partes: primero se describe la metodología para la revisión narrativa y, posteriormente se detalla la correspondiente evaluación de riesgo.

### Revisión narrativa

Los datos de contenido de HAPs en café fueron recabados mediante una búsqueda bibliográfica a través de la plataforma EBSCO Host, utilizando la sintaxis “polycyclic aromatic hydrocarbons (AND) coffee”. Se incluyeron los estudios de tipo cuantitativo que reportaran el contenido de B[a]P, Ch, B[a]A o B[b]F en café de tipo Arábica y Robusta, en granos tostados (molidos y enteros) e infusiones. Además, también se incluyeron aquellos que publicaran el contenido de B[a]P, HAPs2 y HAPs4, en español, inglés y portugués, disponibles a texto completo. El límite temporal establecido en la primera búsqueda fue de 2012 a 2022 y luego, una segunda búsqueda abarcó el período de 2022-2024. Se excluyeron las revisiones narrativas, sistemáticas con o sin metaanálisis, tesis y monografías.

La búsqueda fue realizada por duplicado aplicando los criterios de inclusión/exclusión antes mencionados. Se identificaron 103 artículos, se seleccionaron 74 luego de la eliminación de duplicados, de los cuales se obtuvieron 16 luego de la lectura por resumen, resultando en la inclusión final de 10 artículos. En la segunda búsqueda se siguió la misma metodología donde se incluyeron 4 artículos nuevos, resultando en un total de 14 artículos (Figura 1).

### Análisis de riesgo

El MOE correspondiente a cada uno de los datos de contenido de cada marcador de exposición a HAPs (B[a]P, HAPs2 o HAPs4), obtenido en la revisión narrativa, se calculó dividiendo el BMDL10 de cada marcador de exposición a HAPs por la exposición dietética, definida como mg de marcador de HAPs/kg de peso corporal por día (1).

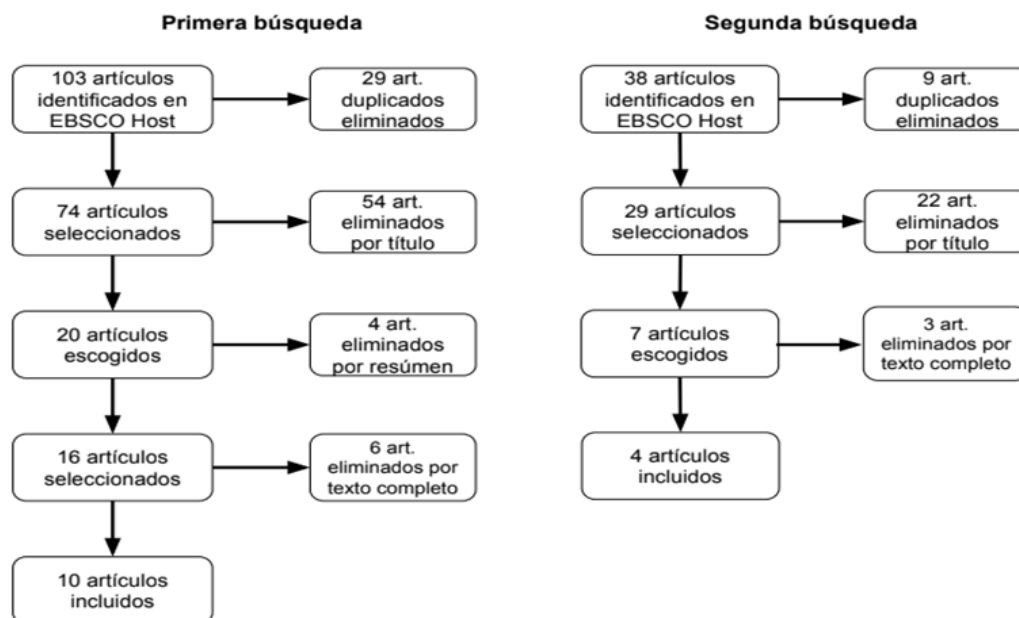


Figura 1. Proceso de búsqueda bibliográfica.

Para estimar los contenidos en mg de cada marcador de HAPs se elaboraron por conveniencia tres escenarios de consumo de infusión de café: leve, medio y alto, correspondiendo a 1 taza por día (150 mL), 2 tazas por día (300 mL) y 4 tazas por día (600 mL), respectivamente. La cantidad de café utilizado para el cálculo de los mg de HAPs contenidos por cada 150 mL de infusión fue de 10 g cuando se estimó la infusión elaborada a partir de café molido y 1,7 g para las estimadas con café instantáneo, dichas cantidades fueron establecidas según las recomendaciones de preparación de la infusión sugeridas en los envases de cafés comercializados en Uruguay. El porcentaje de transferencia de HAPs fue considerado como un 14% del grano a la infusión y un 100% en infusiones realizadas con café instantáneo (25,28). El peso corporal utilizado fue de 74,1 kg (31). Los valores de MOE obtenidos se compararon con el límite (10.000) establecido por la EFSA y aquellos que fueron inferiores a este valor se consideraron de preocupación desde el punto de vista de la salud pública (1).

## Resultados

A través de la realización de la revisión narrativa, se incluyeron 14 artículos en total provenientes de Estados Unidos de América, México, Brasil, Vietnam, Taiwán, Irán, Chile, Dinamarca, Polonia, India y Nigeria. A través de estos se recolectaron datos de composición de HAPs en distintos cafés molidos, con diferentes grados de tostado, cafés instantáneos e infusiones producidos en Indonesia, México, Brasil, Vietnam, Taiwán, Puerto Rico, Colombia y Sumatra. Los compuestos más reportados fueron el B[a]P y Ch, sólo los artículos de Grover *et al.* (2013) (32) e Iwegbue *et al.* (2015) (33) no los detectaron. Asimismo, aunque Ciecierska *et al.* (2019) (34) y Wan *et al.* (2022) (35) detectaron estos compuestos, sus cantidades fueron mínimas en comparación con los demás artículos.

La mayoría de los artículos reportaron el uso de Cromatografía de Gases acoplada a Espectrómetro de Masas (GC-MS) y Cromatografía Líquida de Alta Resolución acoplada a detector de Fluorescencia (HPLC-FLD) como métodos de detección de HAPs. Sin embargo, algunos trabajos (32,33) utilizaron para la detección de los mismos la Cromatografía de Gases acoplada a detector de Ionización a la llama (GC-FID), siendo este un método de detección no recomendado debido a su baja especificidad (1,32,33).

En la Tabla 1 se muestran los contenidos de HAPs reportados en los artículos incluidos y luego utilizados para el cálculo de los MOEs. El mayor contenido fue reportado en aquellos cafés con un grado de tostado

más intenso (café oscuro) e instantáneo, mientras el menor contenido reportado es en aquellos con un grado de tostado leve. No todos los artículos especificaron la

**Tabla 1.** Concentración de HAPs reportadas por artículos incluidos y utilizados para el cálculo de MOEs.

Autor y año	Tipo de café	HAPs µg/kg de café
GRANOS		
Jiménez <i>et al.</i> (2013)	Sumatra oscuro	B[a]P: 9,5 Ch: 371,2 B[a]A: 12,0 w B[b]F: 10,5
	Tostado oscuro Italiano	B[a]P: 18,5 Ch: 292,3 B[a]A: 19,1 B[b]F: 5,4
	Tostado oscuro Francés	B[a]P: 11,0 Ch: 309,4 B[a]A: 9,1 B[b]F: 2,6
	Mezcla oscuro Verona	B[a]P: 3,5 Ch: 651 B[a]A: 3,0 B[b]F: 0,3
	Mezcla oscuro Verona descafeinado	B[a]P: 13,7 Ch: 258,6 B[a]A: 5,3 B[b]F: 1,8
	Tostado medio Pike Place	B[a]P: 2,4 Ch: 242 B[a]A: 5,9 B[b]F: 1,1
	Mezcla tostado medio Colombia	B[a]P: 4,9 Ch: 84,0 B[a]A: 5,2 B[b]F: 1,0
	Mezcla tostado suave Veranda	B[a]P: 3,3 Ch: 185,2 B[a]A: 4,9 B[b]F: 1,2
	Mezcla suave Willow	B[a]P: 1,4 Ch: 126,1 B[a]A: 2,9 B[b]F: 0,4
	Mezcla tostado suave y oscuro Komodo Dragon	B[a]P: 3,4 Ch: 95,6
	Tostado oscuro Italiano (instantáneo)	B[a]P: 6,0 Ch: 71,8

**Tabla 1.** Concentración de HAPs reportadas por artículos incluidos y utilizados para el cálculo de MOEs.  
 (cont.)

Autor y año	Tipo de café	HAPs µg/kg de café
Guatemala -Morales <i>et al.</i> (2016)	Temperatura 400°C	B[a]P: 1,12 Ch: 1,64
	Temperatura 450°C	B[a]P: 1,12 Ch: 1,68
	Temperatura 470°C	B[a]P: 1,12 Ch: 0,63
Pissinatti. R. <i>et al.</i> Brasil (2014)	Tostado extra fuerte	B[a]P: 0,5 Ch: 1,75 B[a]A: 1,06 B[b]F: 0,67
	Tostado tradicional	B[a]P: 0,5 Ch: 1,69 B[a]A: 0,99 B[b]F: 0,62
Than-Lam <i>et al.</i> (2018)	Cafe arábica	B[a]P: 1,51 Ch: 2,13
	Cafe robusta	B[a]P: 1,34 Ch: n/d
	Instantáneo	B[a]P: 21,35 Ch:10,12
Ying-Chun Wan <i>et al.</i> (2022)	Molido liviano	B[a]P: 0,0047 Ch:0,03959
	Molido mediano	B[a]P: 0,00697 Ch:0,0547
	Molido oscuro	B[a]P: 0,00794 Ch:0,04925
Yu-Fang Huang <i>et al.</i> (2022)	Molido liviano	B[a]P: 2,29
	Molido mediano	B[a]P: 2,97 Ch:6,92
	Molido oscuro	B[a]P: 3,69 Ch:16,40
INFUSIONES		
Roudbari <i>et al.</i> (2020)	Instantáneo	B[a]P: 2,31 Ch: 2,39 HAPs4: 4,75
	Cafe molido	B[a]P: 1,83 Ch: 2,14 HAP4: 4,02
	Cafe liviano	B[a]P: 1,91 Ch: 2,10 HAP4: 4,06
	Cafe oscuro	B[a]P: 2,23 Ch: 2,43 HAP4: 4,71
Tfouni S. <i>et al.</i> (2012)	Café Arábica Liviano Infusión: preparación 1	B[a]P: 0,010
	Café Arábica Mediano Infusión: preparación 1	B[a]P: 0,020

**Tabla 1.** Concentración de HAPs reportadas por artículos incluidos y utilizados para el cálculo de MOEs.  
(cont.)

Autor y año	Tipo de café	HAPs μg/kg de café
Duedahl-Olesen. <i>et al.</i> (2014)	Grano molido Tostado medio	B[a]P: 0,24 HAP4: 1,0
	Grano molido Tostado Oscuro	B[a]P: 0,6 HAP4: 3,1
	Instantáneo	B[a]P: 1,0 HAP4: 5,1
Ying-Chun Wan <i>et al.</i> (2022)	Filtrado liviano	B[a]P: 0,01 Ch: 0,11
	Filtrado mediano	B[a]P: 0,01 Ch: 0,12
	Filtrado oscuro	B[a]P: 0,01 Ch: 0,06
	A maquina liviano	B[a]P: 0,02 Ch: 0,16
	A maquina mediano	B[a]P: 0,02 Ch: 0,17
	A maquina oscuro	B[a]P: 0,01 Ch: 0,13
Mesías-Salazar <i>et al.</i> (2023)	C-1	B[a]P: 5,05 Ch: 5,56 B[a]A: 5,06 B[b]F: 5,13
	C-5	B[a]P: 7,16 Ch: 5,64 B[a]A: 7,30 B[b]F: 5,77
Jordan-Sinisterra <i>et al.</i> (2022)	Clásico, San Pablo, Brasil	B[a]P: 12
	Gourmet, Colombia	B[a]P: 14
	Clásico, Colombia	B[a]P: 12
	Extra fuerte, Brasil	B[a]P: 12
	Clásico, rio grande del Norte, Brasil	B[a]P: 46
	Clásico, Antioquia, Colombia	B[a]P: 13
	Instantáneo, Brasil	B[a]P: 13
	Instantáneo, Colombia	B[a]P: 13

Datos de contenido de cada marcador de HPA (B[a] P. benzo[a]pireno. HAPs2 =  $\Sigma$  B[a]P, Criseno; HAPs4 =  $\Sigma$  B[a] P, Criseno, Benzo[a]Antraceno, Benzo[b] Fluoranteno) obtenidos en la revisión narrativa.  
n/d: no detectado.

**Tabla 2.** Resultados de MOEs por debajo del parámetro de 10.000 según marcadores subrogantes y escenarios de consumo de café.

Marcador de HAPs <sup>1</sup>	Escenario de consumo <sup>2</sup>			Tipo de café <sup>3</sup>
	Leve	Medio	Alto	
B[a]P	-	5.638	2.819	Infusión, clásico (44)
			9.263	Infusión, gourmet (44)
			9.775	Infusión, clásico (44)
HAPs2	-	-	5.399	Grano, molido oscuro (41)
HAPs4	-	-	5.507	Infusión (43)

<sup>1</sup> B[a]P. benzo[a]pireno. HAPs2 = Σ B[a]P, Criseno; HAPs4 = Σ B[a]P, Criseno, Benzo[a] Antraceno, Benzo[b]Fluoranteno.

<sup>2</sup> Escenario de consumo "Leve" estimado para un consumo de 150 mL de café al día. "Medio" estimado para un consumo de 300 mL de café al día; "Alto" estimado para un consumo de 600 mL de café al día.

<sup>3</sup> Datos de contenido de cada marcador de HAPs obtenidos en la revisión narrativa.

temperatura de tostado de los granos de café, pero en aquellos que lo hacen esta se encuentra entre 125°C y 470°C. Cabe destacar que de los artículos incluidos, solamente el realizado por Guatemala-Morales et al. (2016) (36) realiza el proceso de tostado a altas temperaturas (entre 400 y 470°C) con el fin de analizar la existencia de un cambio en la concentración final de HAPs (25,32–34,36–40).

Los valores de B[a]P reportados oscilan entre 0,5-102,9 µg/kg para granos molidos y 0,010-2,31 µg/kg para infusiones. En cuanto al Ch los valores que se reportaron se encuentran entre 0,17-651 µg/kg en granos y para infusiones 2,10-2,43 µg/kg. Para el compuesto B[a]A los valores reportados rondan entre 0,00628-106,6 µg/kg en granos y 0,015-7,30 µg/kg en infusiones. Finalmente, para B[b]F en granos molidos varía entre 0,3-17,7 µg/kg, y en infusiones de 0,016-5,77 µg/kg.

El análisis de riesgo se realizó a través del enfoque MOE, considerando el peso promedio de la población uruguaya y los datos reportados en bibliografía provenientes de la revisión narrativa (25,35-44). Asimismo, los MOEs (1) fueron calculados para cada escenario de consumo de café planteado, siendo estos leve (150 mL por día), medio (300 mL por día) y alto (600 mL por día).

Fueron calculados un total de 291 MOEs correspondientes a los diferentes escenarios de consumo (leve, medio, alto), de los cuales un 97,9% se ubican por encima del límite establecido por la EFSA (2008) de 10.000 (1). Solo seis valores se

encuentran por debajo de este parámetro, correspondiente al 2,1% de la totalidad de los MOEs calculados, donde cinco corresponden al escenario de consumo de 600 mL de café y solo uno a consumo de 300 mL de café por día (Tabla 2). En lo que refiere al tipo de café de los escenarios de consumo pertenecientes a aquellos valores por debajo de 10.000, cinco corresponden a infusiones y uno a café en grano molido oscuro. Cabe destacar que, para el caso de las infusiones, los autores no detallan el grado de tostado del grano utilizado, sin embargo, sí se destaca que corresponden a muestras comerciales (41,43,44).

## Discusión

Mediante el presente trabajo se realizó una estimación preliminar del riesgo de exposición a HAPs en café a través del cálculo de MOEs (1) utilizando datos de contenido de HAPs recabados mediante una revisión narrativa (25, 32–44), considerando el consumo de café establecido por conveniencia por el grupo de investigación y el peso corporal medio de la población uruguaya (31).

La búsqueda bibliográfica y selección de artículos realizada para la revisión narrativa

permitió incluir 14 artículos que reportaron el contenido de HAPs en dos tipos de café (Arábica y Robusta) con diferentes tiempos y temperaturas de tostado, tanto en granos molidos, enteros e infusiones.

Los métodos analíticos de detección mayormente utilizados en los artículos incluidos en la revisión para cuantificar HAPs corresponden a HPLC-FLD y GC-MS. Ambos métodos son lo suficientemente sensibles para determinar concentraciones de dichos compuestos en alimentos los cuales son recomendados por la EFSA debido a su alta selectividad (33,34). Sin embargo, el método HPLC/UV o PDA y GC/FID son poco utilizados para la cuantificación de HAPs debido a su pobre selectividad y sensibilidad (1). Es por este motivo que para el análisis de riesgo no se utilizaron los contenidos declarados por Grover *et al.* (2013) (32) y por Iwegbue *et al.* (2015) (33).

En cuanto a los datos reportados para granos de café, cuanto mayor fue el grado de tostado del café, mayor fue el contenido final de HAPs (25,35,38,39,41,42). Teniendo en cuenta que los HAPs se forman a temperaturas mayores a 220°C y que las temperaturas en las cámaras de tostado de café varían entre 190 y 270°C era de esperar un mayor contenido de dichos compuestos en cafés oscuros (grado de tostado mayor) que en livianos (menor grado de tostado) (8,11,14,27,45,46). Otra variable a destacar en cuanto a variación de formación de HAPs es el tiempo de tostado, ya que mantener una misma temperatura, pero aumentar el tiempo, aumenta el contenido final de HAPs (27,40,45,46).

En lo que refiere a los diferentes tipos de café (molido liviano, molido medio, molido oscuro e instantáneos), los datos del contenido de B[a]P reportados por Roudbari *et al.* (2020) y Than-Lam *et al.* (2018) para los cafés instantáneos, fue mayor que para los cafés molidos (37,39), al contrario de lo reportado por Jiménez *et al.* (2013) (41).

Lo reportado respecto a infusiones implica un contenido menor de B[a]P, B[b]F y B[a]A que para café en grano (25,40). Esto se debe a que hasta aproximadamente un 14% del contenido total de HAPs de los granos pasa a

la infusión (28) debido a la hidrofobicidad de los HAPs y su capacidad de adsorberse en pequeñas partículas o superficies (7). Asimismo, el contenido final de estos compuestos en la infusión también depende del tiempo de reposo y la forma de preparación de la misma (13,14,30). En contraparte con estos resultados, la investigación de Roudbari *et al.* (2021) (39) reporta un contenido mayor de Ch, B[a]P, B[b]F y B[a]A en infusiones, lo cual se podría deber a la aplicación de temperaturas muy altas durante el secado del grano, el uso de materia prima contaminada o la contaminación del ambiente donde se cosecharon los granos (39).

La evaluación de riesgo se realizó utilizando el enfoque MOE (6), donde se calcularon un total de 291 MOEs para B[a]P y los marcadores subrogantes, HAPs2 y HAPs4. A partir de los resultados, se evidenció que un 97,9% se ubica por encima del límite establecido por la EFSA de 10.000 (1), lo cual significa que no hay un riesgo relevante desde el punto de vista de salud pública (1). Solamente seis MOEs calculados resultaron por debajo de este parámetro (2,1%), correspondiente con los escenarios de consumo de 600 mL (consumo alto) y de 300 mL de café al día (consumo medio), representando un riesgo preocupante desde el punto de vista de la salud pública.

En relación a los resultados obtenidos para el escenario de consumo alto, se utilizaron los datos de contenido de HAPs2 reportado por Jiménez *et al.* (2014) (41) para café oscuro, el contenido de B[a]P reportado por Jordan-Sinisterra *et al.* (2022) (44) quien no identifica grado de tostado pero sí el tipo de café, siendo estos gourmet y clásico y finalmente el contenido de HAPs4 reportado por Mesías-Salazar *et al.* (2023) (43), para infusiones. Con respecto al escenario de consumo medio, los datos del contenido de B[a]P fue el reportado por Jordan-Sinisterra *et al.* (2022) (44).

El resultado de MOE menor al parámetro de 10.000 utilizando los datos reportados por Jiménez *et al.* (2014) era previsto ya que, según se identifica en las condiciones de producción de la muestra, el grado de tostado de los granos fue alto, lo cual coincide con lo establecido en la literatura, donde a mayor tiempo de exposición a altas temperaturas, aumenta la formación de HAPs en el café (1,28,41). Aunque en el artículo de Mesías-Salazar *et al.* (2023) no se especifican las condiciones de producción (grado, temperatura y tiempo de tostado), el resultado de MOE menor a 10.000 podría explicarse ya que un consumo elevado de café (600 mL) implicaría un

aumento en la exposición a los HAPs (1,43). De igual manera, los resultados de MOEs por debajo de 10.000, obtenidos tras el cálculo con los datos de Jordan-Sinisterra *et al.* (2022) podrían atribuirse a la forma de preparación de las infusiones, donde se utilizaron 2 g de café en 9 mL de agua (ratio café/agua 1:4,5). Contrariamente, en el resto de los estudios incluidos en la evaluación, cuantificaron los HAPs en infusiones más diluidas, preparadas con un volumen de agua de entre 85 y 100 mL para diluir 2-2,5 g de café (ratio café/agua 1:50). La mayor concentración de la infusión reportada en el artículo de Jordan-Sinisterra *et al.* (2022) podría explicar el alto contenido de HAPs reportado, así como el valor de MOE inferior a 10.000 obtenido tras los cálculos realizados en el presente estudio (1,44).

En lo que respecta a los resultados de los MOEs superiores a 10.000, estos se obtuvieron para los escenarios de consumidores leves, cuya estimación tuvo en cuenta el consumo de una taza por día e infusiones elaboradas con granos con grados de tostado leve y moderado (25,31-33,38). Esto concuerda con lo antes mencionado sobre cómo los granos tostados a menor temperatura presentan un contenido final de HAPs menor (28), disminuyendo así la exposición del consumidor a éstos (1).

Si bien los datos de HAPs de los cafés analizados en los estudios incluidos y utilizados para el cálculo de los MOEs del presente estudio no son comercializados y/o consumidos en Uruguay, sí lo son las variedades de los granos (Arábica y Robusta), los distintos tipos de café (molido liviano, molido medio, molido oscuro e instantáneos), y los diferentes escenarios de consumo (leve, medio, alto) así como el peso promedio de la población, permitiendo de esta manera realizar un primer abordaje en lo que respecta al posible riesgo de exposición tras el consumo de café por parte de los uruguayos. Considerando que en los últimos 5 años las ventas de café se han incrementado un 16% y que no existen datos de contenidos de HAPs nacionales que permitan estimar la exposición de manera más precisa, se espera que el presente trabajo sea un inicio para futuras investigaciones con la finalidad de reducir las incertidumbres con respecto a la evaluación del riesgo realizada.

## **Conclusiones**

Este trabajo brinda una visión general del contenido de HAPs en diferentes tipos de café, así como un análisis aproximado al riesgo de exposición por parte de la población uruguaya. A partir de una revisión narrativa se incluyeron 14 artículos científicos los cuales reportaron variabilidad en el contenido de HAPs en distintos tipos de cafés y grado de tostado, siendo los de mayor grado de tostado los que presentaron mayores concentraciones. El análisis de riesgo elaborado a través del enfoque MOE, sugiere que, de la totalidad de los escenarios de exposición planteados, solamente un 2,1% (correspondientes a los niveles medio y alto) representaría un riesgo preocupante para la población uruguaya.

## **Agradecimientos**

A la Escuela de Nutrición de la Universidad de la República por el apoyo brindado.

## **Conflictos de interés**

Los autores de este manuscrito declaran no tener conflictos de interés.

## **Referencias**

1. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. EFSA J 2008; 724:1-114. <http://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.724>
2. World Health Organization. Evaluation of certain food contaminants: Sixty-fourth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives. Ginebra, Suiza: World Health Organization; 2006. ISBN 9789241209304
3. Mallah MA, Changxing L, Mallah MA, Noreen S, Liu Y, Saeed M, *et al.* Polycyclic aromatic hydrocarbon and its effects on human health: An overview. Chemosphere 2022; 296:133948. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133948>

4. The International Agency for Research on Cancer. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures: V. 92: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Lyon, Francia: International Agency for Research on Cancer; 2010. ISBN 978-92-832-1292-8
5. Penning TM, editor. Chemical Carcinogenesis. 2011a ed. Nueva York, NY, Estados Unidos de América: Humana Press; 2013. ISBN 9781617797293
6. Ramesh A, Walker SA, Hood DB, Guillén MD, Schneider K, Weyand EH. Bioavailability and risk assessment of orally ingested polycyclic aromatic hydrocarbons. *Int J Toxicol* 2004;23(5):301-333. <http://doi.org/10.1080/10915810490517063>
7. Alegbeye OO, Opeolu BO, Jackson VA. Polycyclic aromatic hydrocarbons: A critical review of environmental occurrence and bioremediation. *Environ Manage* 2017;60(4):758-783. <http://doi.org/10.1007/s00267-017-0896-2>
8. Sampaio GR, Guizellini GM, da Silva SA, de Almeida AP, Pinaffi-Langley ACC, Rogero MM, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in foods: Biological effects, legislation, occurrence, analytical methods, and strategies to reduce their formation. *Int J Mol Sci* 2021;22(11):6010. <http://doi.org/10.3390/ijms22116010>
9. Domingo JL, Nadal M. Human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review of the scientific literature. *Food Chem Toxicol* 2015; 86:144-153. <http://doi.org/10.1016/j.fct.2015.10.002>
10. Hrdina AIH, Kohale IN, Kaushal S, Kelly J, Selin NE, Engelward BP, et al. The parallel transformations of polycyclic aromatic hydrocarbons in the body and in the atmosphere. *Environ Health Perspect* 2022;130(2):25004. <http://doi.org/10.1289/EHP9984>
11. Skupińska K, Misiewicz I, Kasprzycka-Cuttman T. Polycyclic aromatic hydrocarbons: physicochemical properties, environmental appearance and impact on living organisms. *Acta Pol Pharm.* 2004;61(3):233-240. PMID: 15481250
12. Guo Y, Wu K, Huo X, Xu X. Sources, distribution, and toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons. *J Environ Health.* 2011;73(9):22-25. PMID: 21644482
13. Menoni C, Donangelo CM, Rufo C. Polycyclic aromatic hydrocarbons in yerba mate (*Ilex paraguariensis*) infusions and probabilistic risk assessment of exposure. *Toxicol R* 2021; 8:324-330. <http://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.01.017>
14. Zelinkova Z, Wenzl T. The occurrence of 16 EPA PAHs in food - A review. *Polycycl Aromat Compd* 2015;35(2-4):248-284. <http://doi.org/10.1080/10406638.2014.918550>
15. Crump KS. An improved procedure for low-dose carcinogenic risk assessment from animal data. *J Environ Pathol Toxicol Oncol.* 1984;5(4-5):339-48. PMID: 6520736
16. Barrea L, Pugliese G, Frias-Toral E, El Ghoch M, Castellucci B, Chapela SP, et al. Coffee consumption, health benefits and side effects: a narrative review and update for dietitians and nutritionists. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2023;63(9):1238-1261. <http://doi.org/10.1080/10408398.2021.1963207>
17. Valenzuela BA. El café y sus efectos en la salud cardiovascular y en la salud materna. *Rev Chil Nutr* 2010;37(4):514-523. <http://doi.org/10.4067/s0717-75182010000400013>
18. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los Hogares 2005. <https://www4.inecub.uy/Anda5/index.php/catalog/42>
19. International coffee organization. Coffee report and outlook 2023. [https://icocoffee.org/documents/cy2022-23/Coffee\\_Report\\_and\\_Outlook\\_April\\_2023\\_-\\_ICO.pdf](https://icocoffee.org/documents/cy2022-23/Coffee_Report_and_Outlook_April_2023_-_ICO.pdf)
20. Nieber K. The impact of coffee on health. *Planta Med* 2017;83(16):1256-1263. <http://doi.org/10.1055/s-0043-115007>
21. De Melo Pereira GV, de Carvalho Neto DP, Magalhães Júnior AI, do Prado FG, Pagnoncelli MGB, Karp SG, et al. Chemical composition and health properties of coffee and coffee by-products. *Adv Food Nutr Res* 2020; 91:65-96. <http://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.10.002>
22. Radu S. Coffee caffeine expertise and its effects on nutrition and consumers health. *Lucrări Științifice* 2021; 64(2): 83-88. <https://www.uaiasi.ro/revagrois/PDF/2021-2/paper/44.pdf>
23. McLellan TM, Caldwell JA, Lieberman HR. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev.* 2016; 71:294-312. <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.09.001>
24. Shi Y, Wu H, Wang C, Guo X, Du J, Du L. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in coffee and tea samples by magnetic solid-phase extraction coupled with HPLC-FLD. *Food Chem* 2016;199:75-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.137>
25. Duedahl-Olesen L, Navaratnam MA, Jewula J, Jensen AH. PAH in some brands of tea and coffee. *Polycycl Aromat Compd* 2015;35(1):74-90. <http://doi.org/10.1080/10406638.2014.918554>
26. García-Falcón MS, Simal-Gándara J. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in alcoholic drinks and the identification of their potential sources. *Food Addit Contam* 2005;22(9):791-7. <http://doi.org/10.1080/02652030500198498>
27. IARC Working Group on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Drinking coffee, mate, and very hot beverages: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. 116a ed. IARC; 2019. ISBN 9789283201540.
28. Houessou JK, Maloug S, Leveque A-S, Delteil C, Heyd B, Camel V. Effect of roasting conditions on the polycyclic aromatic hydrocarbon content in ground Arabica coffee and coffee brew. *J Agric Food Chem* 2007;55(23):9719-26. <http://doi.org/10.1021/jf071745s>
29. Stanek N, Zarębska M, Biłos Ł, Barabosz K, Nowakowska-Bogdan E, Semeniuk I, et al. Influence of coffee brewing methods on the chromatographic and spectroscopic profiles, antioxidant and sensory properties. *Sci Rep* 2021;11(1):21377. <http://doi.org/10.1038/s41598-021-01001-2>
30. Okaru AO, Rullmann A, Farah A, Gonzalez de Mejia E, Stern MC, Lachenmeier DW. Comparative oesophageal cancer risk assessment of hot beverage consumption (coffee, mate and tea): the margin of exposure of PAH vs very hot temperatures. *BMC Cancer* 2018;18(1):236. <http://doi.org/10.1186/s12885-018-4060-z>

31. Ministerio de Salud Pública. Segunda Encuesta Nacional de Factores de Riesgo de Enfermedades No Transmisibles del Ministerio de Salud Pública [Internet]. [https://www.who.int/hcds/surveillance/steps/2da\\_Encuesta\\_Nacional\\_Final\\_Web22.Pdf](https://www.who.int/hcds/surveillance/steps/2da_Encuesta_Nacional_Final_Web22.Pdf)
32. Grover IS, Sharma R, Singh S, Pal B. Polycyclic aromatic hydrocarbons in some grounded coffee brands. *Environ Monit Assess* 2013;185(8):6459–63. <http://doi.org/10.1007/s10661-012-3037-7>
33. Iwegbue CMA, Agadaga H, Bassey FI, Overah LC, Tesi GO, Nwajei GE. Concentrations and profiles of polycyclic aromatic hydrocarbons in some commercial brands of tea-, coffee-, and cocoa-based food drinks in Nigeria. *Int J Food Prop* 2015;18(10):2124–2133. <http://doi.org/10.1080/10942912.2014.908906>
34. Ciecierska M, Derewiaka D, Kowalska J, Majewska E, Drużyńska B, Wołosiak R. Effect of mild roasting on Arabica and Robusta coffee beans contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons. *J Food Sci Technol* 2019;56(2):737–745. <http://doi.org/10.1007/s13197-018-3532-0>
35. Wan Y-C, Kong Z-L, Chao Y-H, Teng C-F, Yang D-J. Optimization of QuEChERS and high performance liquid chromatography-fluorescence detection conditions to assess the impact of preparation procedures on EU priority PAHs in coffee samples and their PAHs consumption risk. *J Food Drug Anal* 2022;30(4):630–643. <http://doi.org/10.38212/2224-6614.3436>
36. Guatemala-Morales GM, Beltrán-Medina EA, Murillo-Tovar MA, Ruiz-Palomino P, Corona-González RI, Arriola-Guevara E. Validation of analytical conditions for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in roasted coffee by gas chromatography-mass spectrometry. *Food chemistry* 2016;197(Part A):747–753 <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.135>
37. Tran-Lam T-T, Hai Dao Y, Kim Thi Nguyen L, Kim Ma H, Nguyen Tran H, Truong Le G. Simultaneous determination of 18 polycyclic aromatic hydrocarbons in daily foods (Hanoi metropolitan area) by gas Chromatography–Tandem mass spectrometry. *Foods* 2018;7(12):201. <http://doi.org/10.3390/foods7120201>
38. Pissinatti R, Nunes CM, de Souza AG, Junqueira RG, de Souza SVC. Simultaneous analysis of 10 polycyclic aromatic hydrocarbons in roasted coffee by isotope dilution gas chromatography-mass spectrometry: Optimization, in-house method validation and application to an exploratory study. *Food Control* 2015; 51:140–148. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.003>
39. Roudbari A, Rafiei Nazari R, Shariatifar N, Moazzen M, Abdolshahi A, Mirzamohammadi S, et al. Concentration and health risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial tea and coffee samples marketed in Iran. *Environ Sci Pollut Res* 2021;28(4):4827–4839. <http://doi.org/10.1007/s11356-020-10794-0>
40. Tfouni SAV, Serrate CS, Leme FM, Camargo MCR, Teles CRA, Cipolli KMVAB, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in coffee brew: Influence of roasting and brewing procedures in two Coffea cultivars. *Food Sci Technol* 2013;50(2):526–530. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.015>
41. Jimenez A, Adisa A, Woodham C, Saleh M. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in roasted coffee. *J Environ Sci Health B*. 2014;49(11):828–835. <http://doi.org/10.1080/03601234.2014.938552>
42. Huang Y-F, Liao P-L, Lin Y-J, Huang S-H, Samuel Wu Y-H, Teng C-F, et al. Assessment of various conditions for the simultaneous determination of US EPA and EU priority PAHs in coffee samples and their PAHs consumption risk. *Food Res Int* 2023; 169:112947. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112947>
43. Mesias-Salazar A, Rebolledo-Robles K, Salazar-González R, Bravo MA, Lucena R, Toledo-Neira C. Hydrophobic deep eutectic solvent as extractant phase for determining six carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in tea and coffee infusion samples. *Microchem J* 2023; 193:109022.<http://doi.org/10.1016/j.microc.2023.109022>
44. Jordan-Sinisterra M, Vargas Medina DA, Lanças FM. Microextraction by packed sorbent of polycyclic aromatic hydrocarbons in brewed coffee samples with a new zwitterionic ionic liquid-modified silica sorbent. *J Food Compost Anal* 2022; 114:104832. <http://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104832>
45. Carda MCC, Rire AC. El café como fuente de antioxidantes y compuestos bioactivos: discurso de ingreso como académico correspondiente. 2013. ISBN 9788494153754
46. Farah A. Coffee Constituents. In: Coffee. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2012. p. 21–58. <https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>
47. Leobet EL, Perin EC, Fontanini JIC, Prado NV, Oro SR, Burgardt VCF, et al. Effect of the drying process on the volatile compounds and sensory quality of agglomerated instant coffee. *Dry Technol* 2020;38(11):1421–32. <http://doi.org/10.1080/07373937.2019.1644347>

Recibido: 16/08/2024  
Aceptado: 18/03/2025

## Magnesio, catión esencial. Una revisión narrativa de la ingesta y recomendaciones de ingesta en varios continentes y en Venezuela

Lusliany J Rondón<sup>1,2</sup> 

**Resumen:** Magnesio, catión esencial. Una revisión narrativa de la Ingesta y Recomendaciones de Ingesta en varios continentes y en Venezuela. **Introducción.** El magnesio es esencial para diversas funciones biológicas. La ausencia de biomarcadores específicos hace de su determinación un desafío. Muchos factores influyen en su consumo-biodisponibilidad y se presume que exista una hipomagnesemia latente en la población. **Objetivo.** Estudiar el magnesio como catión esencial, evaluar la Ingesta de magnesio y las Recomendaciones de Ingesta en diferentes continentes y Venezuela proporcionando una visión general y crítica de su estado actual integrando diversas perspectivas descritas en las literaturas actuales. **Materiales y métodos.** Se realizó una revisión de tipo Narrativa. Se emplearon buscadores electrónicos como PubMed, Science Direct y Scielo, usando términos en español e inglés como: "ingesta dietética de referencia", "magnesio en dieta", "recomendaciones de magnesio", "requerimientos de magnesio", "ingesta de magnesio", "estado de magnesio" desde el año 1997 hasta la actualidad. **Resultados.** Numerosos factores afectan el estado de magnesio y en los países con dieta Occidental, la ingesta de magnesio ha decaído en los últimos años. En la actualidad no existen estudios recientes que definan el estado de magnesio en la población, frente a esto, la Ingesta Dietética de Referencia (DRI) se encuentra desactualizada. Los DRI han sido fijados por instituciones como IOM-FAO/WHO-EFSA. En la necesidad de actualizar estos DRI, estudios matemáticos, sistemáticos han sido desarrollados, reportando resultados contradictorios. En Venezuela, los DRI se han fijado según IOM-1997 y no han sido actualizados desde entonces. **Conclusiones.** La actualización de los DRI es imperiosa. En Latinoamérica, se requiere inversión de recursos humanos y capital para actualizar con datos propios los DRI. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 48-64.**

**Palabras clave:** estado de magnesio, ingesta de magnesio, recomendaciones de magnesio, magnesio en Latinoamérica, magnesio en Venezuela.

**Abstract:** Magnesium, an essential cation. A Narrative Review of Magnesium Intake and Recommended Dietary Intakes in some Continents and Venezuela. **Introduction.** Magnesium is essential for multiple biological functions. The absence of specific biomarkers makes determining magnesium status a challenge. Many factors may influence magnesium intake and bioavailability, which in turn translates into latent hypomagnesemia. **Objective.** To study magnesium as an essential cation, evaluate magnesium intake and intake recommendations in different continents and Venezuela, providing a general and critical view of its current state by integrating various perspectives described in current literature. **Materials and methods.** This article consists of a Narrative Review. A search in Spanish and English in PubMed, Science Direct and Scielo using terms such as: "magnesium dietary reference intake", "dietary magnesium", "magnesium recommendations", "magnesium requirements", "magnesium intake", "magnesium status" from 1997 to present was performed. **Results.** Numerous factors affect magnesium status. In the last years, magnesium intake has declined in countries with a western diet. Nowadays, there are no recent studies that could define magnesium status in population and faced with this situation, their Dietary Reference Intake (DRI) still outdated. The DRIs have been set by institutions such as IOM-FAO/WHO-EFSA. To update these DRIs many theoretical and mathematical models have been performed, but discrepancy has been observed. DRI for Venezuela has been set under the guidance of IOM-1997 and has not been updated since then. **Conclusions.** Updating the DRIs is imperative. In Latin America, investment of human resources and capital is required to achieve this goal with their own data. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 48-64.**

**Keywords:** magnesium status, magnesium intake, magnesium recommendations, magnesium in Latin America, magnesium in Venezuela.

### Introducción

El magnesio es esencial para múltiples funciones biológicas, es el segundo catión más abundante en el fluido Intracelular (*IC-Intracellular*) y actúa como cofactor de más de 600 enzimas (1-6). El

<sup>1</sup>Laboratorio de Fisiología Molecular, Centro de Biofísica y Bioquímica (CBB), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). <sup>2</sup>Cátedra de Bioquímica, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad Central de Venezuela (UCV). Autor para la correspondencia: Lusliany Rondón, e-mail: luslianyrondonv@hotmail.com



balance de magnesio depende del equilibrio entre la ingesta, la absorción intestinal, la excreción renal y las reservas óseas. Esta fina regulación de las concentraciones séricas de magnesio se mantiene con una mayor absorción del mineral en el intestino y una reducción de su excreción renal en caso de inadecuación o deficiencia. Para identificar el estado de magnesio en una población, diversos biomarcadores que cumplan con las características de ser más precisos, sensibles, menos invasivos y de bajo costo (6, 7) han sido evaluados. Siendo el *Gold Standard* la prueba de retención de magnesio o prueba de carga de magnesio (4, 8, 9).

Muchos factores pueden influenciar el estado de magnesio, aquellos relacionados con su ingesta, biodisponibilidad o aquellos ocasionados por una depleción que puede ser debida a trastornos gastrointestinales o renales (10, 11).

La evidencia generada a partir de estudios epidemiológicos ha revelado una alta prevalencia de hipomagnesemia en países occidentales y con dieta occidentalizada (12), en la actualidad es reconocido el vínculo entre la baja ingesta de magnesio y el desarrollo enfermedades crónico-degenerativas. De allí la importancia de estimar la Ingesta Dietética de Referencia (DRI-Dietary Reference Intake) adecuada para la población, ajustándose a los cambios ambientales, antropométricos y de composición corporal ocurridos en los últimos años. Los DRI han sido establecidos por organismos a nivel internacional, en 1997 por el Instituto de Medicina (IOM-Institute of Medicine) (13), en el 2004 por FAO/WHO (14), siendo la más actualizada aquella establecida por La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA- The European Food Safety Authority), en el 2017 (15). En Venezuela, los DRI fueron ajustados en el año 2000 (16), tomando como referencia aquellos establecidos por IOM en 1997. En los últimos años han existido diferentes iniciativas dirigidas por los mismos organismos internacionales y diferentes científicos para actualizar dichos DRI (17-20).

Esta revisión narrativa pretende estudiar el magnesio como catión esencial, evaluar

la Ingesta de magnesio y las Recomendaciones de Ingesta en diferentes continentes y Venezuela proporcionando una visión general y crítica de su estado actual integrando diversas perspectivas descritas en las literaturas actuales.

## **Materiales y métodos**

Se realizó una revisión de tipo Narrativa (21-23) que incluye el estudio del magnesio como catión esencial, los factores que influyen en su consumo y biodisponibilidad y las Recomendaciones de Ingesta. Se emplearon buscadores electrónicos como PubMed, Science Direct y Scielo. Para la revisión de los DRI de magnesio se emplearon términos como: "ingesta dietética de referencia", "magnesio en dieta", "recomendaciones de magnesio", "requerimientos de magnesio", "ingesta de magnesio", "estado de magnesio" desde el año 1997 hasta la actualidad. Además, se visitaron las plataformas digitales de las organizaciones como IOM ahora Academia Nacional de Ciencia, Ingeniería y Medicina (NASEM-National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine), FAO/WHO, EFSA e Instituto Nacional de Nutrición (INN). Las búsquedas fueron realizadas con palabras claves en español e inglés.

## **Resultados**

### **1. Magnesio como catión esencial**

El establecer los DRI en una población resulta ser un desafío, ya que muchos factores pueden influir sobre su estimación. En el caso de los minerales, es importante conocer su metabolismo, biomarcadores que permitan conocer su estado y factores que lo influncian.

#### *Magnesio como catión esencial*

Es bien conocido que los elementos inorgánicos, como el magnesio, son esenciales para diversas funciones biológicas, y deben ser obtenidos a través de la dieta, debido a que se carece de mecanismos bioquímicos para poder sintetizarlos (24).

El Magnesio es el cuarto catión más importante en el organismo después del Potasio (3, 6, 25) y es el segundo más abundante a nivel IC. Menos del 1-2% es encontrado en el fluido extracelular (EC-Extracellular) (26). Las concentraciones de magnesio IC están en el rango de 0,4-1,2 mM (25). Su forma iónica está

regulada a una concentración de 0,5 a 1 mM (3). En el organismo, el magnesio total está distribuido en el suero (0,3%), glóbulos rojos (0,5%), tejido blando (18-19,3%), músculo (27%) y hueso (50-65%), representando estos dos últimos la mayor reserva de magnesio en el cuerpo (4, 6).

En el cuerpo humano, el magnesio participa en la actividad de cientos de enzimas abarcando aproximadamente el 80% de las funciones metabólicas (3, 4). Se ha sugerido que el magnesio IC puede actuar como segundo mensajero modulando funciones celulares (27), modificando no solo la actividad de canal sino también la secreción de sustancias biológicamente activas como las hormonas y mediadores celulares (28). En este contexto el magnesio puede influenciar el sistema endocrino, nervioso, cardiovascular e inmune (3, 4, 29-32).

En condiciones fisiológicas, los niveles de magnesio en suero son mantenidos en valores constantes en concentraciones que van de 0,7 a 1,1 mM (3). Se ha estimado que la vida media del magnesio se encuentra entre 41 y 181 días, esto indica que, en casos de deficiencia crónica de magnesio, existe un retardo necesario para equilibrar las reservas de magnesio (7).

Aunque no se ha sido definido un único control homeostático para el magnesio, la disponibilidad del magnesio celular está regulada por mecanismos que actúan en hueso, tracto gastrointestinal y riñón coordinando el balance entre el influjo y el eflujo (33). Siendo el riñón el más sensible para el balance de magnesio (34). Estudios genéticos en enfermedades humanas y estudios basados en la expresión genética en microarrays ha resultado en la identificación de numerosas proteínas transportadoras de magnesio (3). En estas se encuentran las proteínas TRPM7, TRPM6, MagT1, SLC41A1, MRS2, CNNM1, CNNM2, CNNM3 y CNNM4 (3, 34).

#### *Determinación del estado de magnesio*

Para determinar el estado de magnesio en una población y así garantizar una adecuada sustentación de los DRI es indispensable contar con las técnicas apropiadas para ello. La determinación del estado de magnesio sigue siendo un desafío ya que el magnesio es encontrado mayoritariamente en espacio IC. En la actualidad no existe un biomarcador confiable y simple del estado de magnesio en el cuerpo, logrando que su determinación y diagnóstico sea difícil de obtener (6, 7, 35).

Existen numerosas pruebas empleadas para su determinación como las de fluidos, tejidos y homeostasis (6, 7). El magnesio EC en plasma y suero es uno de los biomarcadores más utilizados, pero su precisión y sensibilidad es baja y a pesar de su bajo costo, es bien conocido que concentraciones normales del mineral pueden ocurrir aún en presencia de depleción tisular (4, 6, 9, 36).

Para estudios poblacionales una de las pruebas mayormente usadas para evaluar la ingesta de magnesio es el recordatorio de 24 horas en conjunto con la medición de la excreción urinaria de 24 horas y los estudios de balance (4, 37). Por otro lado, la prueba de retención de magnesio o prueba de carga de magnesio es considerada el "Gold Standard" para la evaluación del magnesio (8, 9).

Otras pruebas novedosas no invasivas y económicas como la medición de la concentración de magnesio en cabello (9, 38-41), o uñas (4, 42) han sido evaluadas, pero han mostrado resultados contradictorios, ser poco sensibles y precisos en la determinación del estado de magnesio.

#### *Factores que influyen el estado de magnesio*

En sujetos sanos, existen diferentes factores que pueden afectar el estado de magnesio y por ende importante a considerar en el momento de evaluar los DRI. En estos encontramos los factores que influyen el contenido de magnesio en los alimentos y aquellos que afectan su biodisponibilidad.

#### *Contenido de magnesio en los alimentos*

Muchos factores pueden influenciar negativamente el consumo de magnesio. Esto puede incluir factores como los relacionados con la agricultura y aquellos relacionados con la alimentación (43, 44).

*Agricultura:* El contenido de magnesio en frutas y vegetales ha disminuido de manera importante en los últimos años (45). El contenido de magnesio en los alimentos depende también de la cantidad en el suelo donde se cultiva, de las variedades híbridas, de los fertilizantes y del procesamiento

y refinamiento que presenten (43, 45). El refinamiento o procesamiento de los alimentos puede depletar el contenido de magnesio alrededor de un 85% (44).

*Alimentación:* El patrón de consumo de alimentos, así como la cantidad definen la ingesta de magnesio. Aproximadamente del 30-40% del magnesio que proviene de la dieta es absorbido en el organismo (46). El cocinar, especialmente el hervir los alimentos ricos en magnesio resulta en una pérdida importante del mineral (47).

La dieta occidental actual que está compuesta por productos lácteos, cereales y aceites refinados, menor consumo de vegetales y frutas se traduce en un consumo de magnesio inferior a los DRI (46). Las estadísticas mundiales indican que del total de energía consumida el 9,3%, y 6,4% provienen de vegetales y tubérculos (8).

Tarleton, E.K (43), en una revisión en el 2018 argumenta que no existe excelentes fuentes [40% del Aporte Dietético Recomendado por ración, (RDA - Recommended Dietary Allowances)] o buenas fuentes de magnesio (25% del RDA por ración). Sin embargo, los alimentos con mayor contenido de magnesio son los vegetales verdes, cacao, semillas, nueces, guisantes, quinoa, amaranto, harina de soya, afrecho, cereales no refinados (8, 9, 48). Fuentes intermedias se pueden encontrar las leguminosas, el aguacate, las uvas, las bananas, las pasas, el chocolate y el salmón (43).

En países con dietas occidentalizadas, se ha reportado un alto consumo de productos lácteos. Aun cuando este rubro es considerado como fuente baja de magnesio, estos productos proveen de un 15 a un 40% del magnesio total ingerido (8).

El agua también contiene magnesio, sus concentraciones pueden variar dependiendo del tipo y fuente. El agua pesada, contiene hasta 30 mg/L de magnesio (47, 48) y puede proporcionar hasta 10% de la ingesta diaria (43). Se ha observado que el agua con gas y el agua mineral contienen mayor contenido de magnesio en comparación con el agua purificada, remineralizada, saborizadas o enriquecidas (49).

### *Biodisponibilidad*

*Riñón:* Muchos factores que pueden modular la absorción de magnesio en los diferentes segmentos de la nefrona han sido descritos (34, 50). Estos factores incluyen aquellos relacionados con el balance de fluidos como la hipermagnesemia, hipercalcemia, la expansión del volumen celular (ECVE), la depleción de fosfato, acidosis metabólica y diuréticos los cuales tienden a disminuir la reabsorción de magnesio. Mientras que aquellos factores que incrementan la reabsorción incluyen un medio básico e hipomagnesemia (51). Estos detalles no son discutidos en esta revisión ya que estas condiciones son producto de factores patológicos y farmacéuticos.

*Intestino:* En el intestino, factores fisicoquímicos y factores nutricionales pueden afectar la biodisponibilidad del mineral.

En cuanto a los factores fisicoquímicos se encuentran: la cantidad de magnesio ingerido (32), el tiempo de tránsito (52), el pH (53, 54) y la solubilidad (55). Con respecto a los factores nutricionales que pueden afectar la absorción del magnesio se encuentran los carbohidratos complejos fermentables (56, 57), probióticos (58-60), fitatos (8, 61), oxalatos (8, 45), proteínas (32), lípidos (32, 62) y minerales (calcio (63-65), fósforo (66), zinc (67), sodio (63)). A pesar de estos estudios, el EFSA considera que son limitados y no pueden ser empleados para la determinación de los Valores Dietéticos de Referencia (*DRVs-Dietary Reference Values*)(15).

## **2. Ingesta de magnesio, una visión en algunos continentes**

Anteriormente se ha discutido el magnesio como catión esencial en actividades biológicas, su determinación, los factores que pueden modificar su disponibilidad y estado en sujetos sanos, y la posibilidad de una hipomagnesemia latente en la población (68) ya que no existe un biomarcador fiable que pueda lo pueda discriminar. Estudios de vigilancia alimentaria muestran que el consumo promedio de magnesio en muchos países con dieta occidental está por debajo de los RDA (12).

### *Europa*

La EFSA en el 2015 (15), obtuvo datos de encuestas dietéticas en niños y adultos de nueve países de la Unión Europea (Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda,

Italia, Lituania, Holanda, Suecia y Reino Unido). Ellos observaron que la ingesta promedio de magnesio en niños menores de 1 año era de 72 a 120 mg/día; de 1 a 3 años era de 153 a 188 mg/día; de 3 a < 10 años era de 184 a 281 mg/día; 10 a 18 años de 213 a 384 mg/día; en adultos mayores de 18 años era de 232 a 439 mg/día. Los principales proveedores fueron las leguminosas, leche y sus derivados, café, cacao, el té e infusiones.

En la actualidad no existe nuevos datos del consumo de magnesio por la EFSA. Sin embargo, este organismo ha estado trabajando en una base de datos para la Unión Europea, y existe un llamado a proyectos desde el 2017-2023 (20). Estos proyectos involucran encuestas dietéticas en niños y/o adultos de 21 países en los que se encuentran: Austria, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Chipre, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Lituania, Montenegro, Holanda, Macedonia del norte, Polonia, Portugal, Rumanía, Serbia, Eslovenia y España. Por lo tanto, en algunos años se podrá tener información acerca de la ingesta en estos países europeos con protocolos estandarizados (69).

La Comisión EAT-Lancet (EAT organización de científicos y Lancet por la revista británica) es una asociación de importantes científicos y de 16 países (70). La comisión de EAT-Lancet, en el año 2019, desarrolló la dieta de referencia EAT-Lancet la cual cumple con los criterios de ser sana para las personas y sustentable para el planeta. Esta dieta es rica en frutas, vegetales, con proteínas y grasas provenientes de plantas, aceites insaturados provenientes del pescado y carbohidratos no refinados (71).

En el 2019, en Francia, usando datos del NutriNet-Santé 2009, observaron que la adherencia a esta dieta estaba relacionada con mejor adecuación de nutrientes, incluyendo el magnesio. Este no es el comportamiento de toda la población ya que los que participaron en este estudio fueron voluntarios y estaban conscientes de los buenos hábitos alimentarios (72). Sin embargo, en el estudio de NutriNet-Santé (2014-2022), observaron que el consumo de alimentos ricos en magnesio había incrementado en el transcurso del tiempo (73).

#### *Estados Unidos*

En Estados Unidos, se ha reportado que casi la mitad de su población consume menos magnesio del requerido (36, 63, 74, 75).

En la Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición (NHANES -*The National Health and Nutrition Examination Survey*) 2013-2016 (4), se mostró que el 48% de la población consume menos del Requerimiento Promedio Estimado (EAR - *Estimated Average Requirement*) de magnesio. Representando este una disminución del 56% en comparación con los datos de 2001-2002 (75).

En un estudio realizado en el 2020 con datos del NHANES (1999-2004), observaron que hubo una ingesta inadecuada en el 66% de los adultos (76). Además, NHANES ha reportado que niños de 0-18 años presentan alto riesgo de baja ingesta de magnesio. La ingesta de sodio en esta población excedió las recomendaciones en más de un 90% (74), lo que puede influir en la absorción de magnesio. Entre el 70-80% de los adolescentes en edades comprendidas entre 14 y 18 años presentaron inadecuación de magnesio seguido por los mayores de 71 años (74, 75). Desde el 2012 no existen estudios de balance reportados (77).

#### *Latinoamérica*

La revisión reporta pocos estudios sobre la ingesta de magnesio en Latinoamérica. Sin embargo, un estudio multicéntrico, el Estudio Latinoamericano de nutrición y Salud (ELANS (78), se desarrolló durante el 2014-2015, en 8 países de Latinoamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, y Venezuela). Este estudio evaluó el consumo de alimentos en población urbana y reportaron que entre los alimentos más consumidos se encontraban las carnes rojas (73%). Solo el 7,2% de los participantes logró cubrir las recomendaciones de ingesta para frutas y vegetales reportándose baja ingesta de alimentos ricos en magnesio (78). En este sentido Kovalskys, *et al.* (78) reportaron que los grupos: legumbres y granos; las semillas y nueces; y los granos integrales no cubrían los requerimientos mínimos de ingesta, representando un 13,1%, 3,3% y 2,4% respectivamente.

Monge-Rojas *et al.*, en el 2023 (68), usando datos de ELANS, observaron que el magnesio presentaba una prevalencia de ingesta

inadecuada (80,5%) siendo en mujeres 126 mg/día y en hombres 120 mg/día, siendo predominante en aquellos participantes con niveles bajos de educación. Aun cuando no se cuenta con datos del estado de magnesio en esta población, se puede inferir que existe un riesgo alto de hipomagnesemia.

### 3. Recomendaciones de Ingesta en varios continentes y en Venezuela

#### *A nivel Mundial*

La FAO/WHO (14), establecieron los requerimientos de vitaminas y minerales en el 2004 (Tabla 1). Estas estimaciones se derivan de la necesidad de proveer recomendaciones provisionales ya que las anteriores son consideradas como excesivas. Ellos realizaron una investigación exhaustiva aportando evidencias de ingesta diarias de niños y adultos de diferentes países del mundo (China, Finlandia, India, Reino Unido, Estados Unidos y Francia). Desde el 2004 no existen datos actualizados por la FAO/WHO. A partir del 2019 hay un llamado para expertos para actualizar las recomendaciones (79).

#### *Europa*

En el 2005 la EFSA (15), fue solicitada para estudiar y completar los DRV de 1993 para la población Europea. En el 2010 el panel sentó las bases para esta tarea en un dictamen inaugural publicado en 2010 en el cual se discutían los principios generales para obtener los DRV y se publicaron opiniones científicas sobre macro y micronutrientes (20). El EFSA estimó los Requerimientos Promedio (*AR-Average Requirements*) de 2014-2017 (18) y estudiaron la ingesta dietética de niños y adultos de 13 estudios de ingesta pertenecientes a nueve países de Europa (Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Lituania, Holanda, Suecia y Reino Unido) (15). El panel concluyó que los AR y las Referencias de Ingesta de la Población (*PRI-Population Reference Intake*) para el magnesio no pueden ser derivadas, y apoyó la Ingesta Adecuada (*AI-Adequate Intake*), basado en el promedio de ingesta de magnesio observados (Tabla 1) (15). En el 2017 se realizó un nuevo

reporte y actualizaron algunos micronutrientes en el 2019 (20). En el caso del magnesio, los AI no varían con respecto a las AI establecidos en el 2015 (15). Los AI de la EFSA representan los datos más actualizados correspondientes a los AR de magnesio.

Un término ampliamente usado en la unión europea son los Valores de Referencia de Nutrientes (*NRV-Nutrient Reference Values*) semejante a los DRI. Estos son empleados para evaluar la adecuación en grupos de población. Expertos en el área se reunieron para establecer un enfoque más armonizado entre los diferentes países con el fin de determinar los NRV (18), sin embargo, no establecieron nuevos NRV (80).

En este sentido Allen *et al.* (18), quienes también participaron en estas discusiones, proponen unos NRV estandarizados para los AR (basados en AI) y la Nivel de Ingesta Máximo Tolerable (*UL - Tolerable Upper Level Intake*). La estandarización de los valores de AR de magnesio (*Mg H-ARs- Harmonized Magnesium*) fueron estimados con base a los datos del IOM (quien reporta (EAR, obtenido de estudios de balance) (13). Los UL del magnesio fueron tomados de los datos del EFSA ya que son los más recientes (20) (Tabla 2).

Muchos otros países han fijado sus DRI o NRV según las recomendaciones de los expertos IOM, WHO/OMS, EFSA. En la actualidad no existen nuevos estudios de balance que permitan actualizar esos valores. Sin embargo, en su lugar se han estimado AI. Ejemplo de esto son los países nórdicos (77), que estimaron sus AI y AR, basados en valores provenientes del EFSA (81) (Tabla 3). Lo mismo ocurre con los NRV de Australia y Nueva Zelanda (82) donde en el 2017 mantienen los mismos valores fijados por IOM en 1997 (13) (Tabla 3,4). Sin embargo, países como Francia, a través del Organismo Nacional de Seguridad Alimentaria Sanitaria (*Anses-L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*) (83), reportó sus propios AI ya que no puede estimar RDA debido a la insuficiencia de estudios.

#### *Norteamérica*

Los DRI, usados comúnmente en Estados Unidos y Canadá incluye los EAR y los RDA (84). Los EAR, es un término usado en nutrición para estimar la ingesta promedio de magnesio para alcanzar los requerimientos de un 50% de la población sana en un grupo específico (85, 86). Los RDA son derivados de los EAR y estiman la ingesta promedio de magnesio

**Tabla 1.** Referencias Dietéticas de Referencia (DRI-Dietary Reference Intake), FAO/WHO y ESFA

	FAO/WHO 2004	EFSA	ESFA
	RNI	Average intake	AI
0-6 meses			
7-12 meses	54 mg/día, 6mg/kg		80 mg/día
< 1 año		72-120 mg/d o 9,2-12,7 mg/kg peso corporal por día	
1-2 años			
1-3 años	60 mg/día, 5,5 mg/kg	153-188 mg/d, 12,7-15,8 mg/kg peso corporal por día	170 mg/día
4-6 años	76 mg/día, 4,0 mg/kg		230 mg/día
7-9 años	100 mg/día, 4,0 mg/kg		
7-10 años			250 mg/día mujeres, 300 mg/día hombres
3-10 años		184-281 mg/d o 7,6-13,0 mg/kg peso corporal por día	
11-14 años			250 mg/día mujeres, 300 mg/día hombres
14-18 años			
15-17 años			250 mg/día mujeres, 300 mg/día hombres
10-18 años	220 mg/día, 4,5 mg/kg mujeres; 230 mg/día, 3,5 mg/kg hombres	213-384 mg/día, 4,2-7,7 mg/kg peso corporal por día	
> o = 18 años		232-439 mg/día, 3,4-5,3 mg/kg peso corporal por día	
18-24 años			300 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
> 25 años			300 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
19-65 años	220 mg/día, 4,0 mg/kg mujeres; 260 mg/día, 4,0 mg/kg hombres		
> 65 años	190 mg/día, 3,5 mg/kg mujeres; 224 mg/día, 3,5 mg/kg hombres		
>70 años			
Embarazo	Igual a Mujeres no embarazadas		Igual a Mujeres no embarazadas
Mujeres en lactancia	50mg/día		Igual a Mujeres no embarazadas
UL			250 mg/día

Tomado de: FAO/WHO 2004 (17) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA- The European Food Safety Authority), 2015/2019 (69, 106). Abreviaciones:

Ingesta de Nutrientes Recomendada (RNI-Recommended Nutrient Intake; Ingesta Adecuada (AI-Adequate Intake).

para alcanzar los requerimientos de un 97-98% de la población sana (13, 17, 85, 86). Otros términos usados en nutrición comprenden: el AI y el UL. Los AI están basados en aproximaciones observadas o experimentales de la ingesta dietética en un grupo de personas o el nivel de ingesta asumido que asegura la adecuación nutricional cuando existe poca evidencia poblacional que permita establecer los RDA. El UL es

la ingesta máxima diaria del nutriente en el cual no causa efectos adversos a la salud en casi todos los individuos de una población (85, 86).

Los EAR se originaron en Estados Unidos a través de un estudio poblacional realizado en 1984 (87), la cual incluía sujetos de 20 a

**Tabla 2.** Propuesta de Estandarización de las Referencias Dietéticas de Referencia (*H-AR-Harmonized Average Requirement*), Allen et al. 2020

	Allen, Lindsay H
	H-AR
1-3 años	65 mg/día
4-6 años	110 mg/día
7-10 años	110 mg/día
11-14 años	200 mg/día
15-17 años	300 mg/día mujeres, 340 mg/día hombres
18-24 años	255 mg/día mujeres, 330 mg/día hombres
25-50 años	265 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
51-70 años	265 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
>70 años	265 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
Embarazo	
<18 años	335 mg/día
19-30 años	290 mg/día
31-50 años	300 mg/día
Mujeres en lactancia	
<18 años	300 mg/día
19-30 años	255 mg/día
31-50 años	265 mg/día
UL	
1-3 años	250 mg/día
4-8 años	2510mg/día
> 9 años	250 mg/día
Embarazo UL	
14-50 años	250 mg/día
Lactancia UL	
14-50 años	250 mg/día

Tomado de: Allen, et al., 2020 (18). Abreviaciones: Requerimiento Promedio Estandarizado (*H-AR, Harmonized-Average Requirement*); Nivel de Ingesta Máximo Tolerable (*UL - Tolerable Upper Level Intake*).

53 años, concluyendo que la ingesta de magnesio en mujeres y hombres era de 234 mg y 323 mg respectivamente.

IOM publicó en 1997 los DRI para el magnesio (13) (Tabla 4). Los cuales estaban basados en estudios de balance. Sin embargo, algunos de estos estudios no

cubrían los requisitos para ser considerados trabajos de investigación válidos (84). En la actualidad IOM, se ha incorporado a otra organización y se ha renombrado NASEM. Ninguna actualización de esta organización ha sido reportada (88).

Los EAR del magnesio son dependientes del peso corporal, se obtienen de la multiplicación de la ingesta promedio de magnesio por el peso (17). Este peso promedio empleado para el cálculo es fijado por el comité de expertos del DRI con base al peso corporal registrado para esa época (17).

Debido al papel importante del magnesio en el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas, muchos esfuerzos se han realizado para establecer y actualizar los DRI. Varios de estos estudios se han basado en evidencias matemáticas y teóricas analizando los estudios de balance antiguos, otros países han propuesto usar los AI o continuar con los datos fijados por la IOM, WHO, EFSA.

En Estados Unidos tres estudios proponen visiones contradictorias en cuanto a la actualización de los DRI.

Uno de estos estudios es el publicado en el 2006 por Hunt y Johnson (19). Ellos utilizaron los estudios de balance de magnesio de 27 estudios metabólicos controlados conducidos por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos en 1994. Mediante modelos estadísticos, estimaron que el balance de magnesio neutro se encontraba con una ingesta de 165 mg/día, independientemente de la edad o género. Esto representa una reducción de los EAR de 35 a 48% en mujeres y de 50 a 53% en hombres.

Forrest Nielsen (84) en 2016, tomando en cuenta los estudios Hunt y Johnson en 2006 (19), indicó que si 98% es el máximo nivel para fijar el RDA concluye que este debe fijarse en 250 mg/día, considerando otras pérdidas (el balance neutro de magnesio se estima en 238 mg/día).

**Tabla 3.** Referencias Dietéticas de Referencia (DRI-Dietary Reference Intake) en Países Nórdicos, Anses, Australia y Nueva Zelanda

	Países Nórdicos	Anses	Australia y Nueva Zelanda	
	AI y AR	AI	AI	
0-6 months		25 mg/día	30 mg/día	
7-12 meses		80 mg/día	75 mg/día	
1-2 años			EAR	RDI
1-3 años		180 mg/día	65 mg/día	80 mg/día
4-6 años		210 mg/día		
7-10 años		240 mg/día		
4-8 años			110 mg/día	130 mg/día
9-13 años			200 mg/día	240 mg/día
10-12 años		265 mg/día		
14-18 años			300mg/día mujeres, 340 mg/día hombres	360mg/día mujeres, 410 mg/día hombres
16-17 años		225 mg/día mujeres, 295 mg/día hombres		
> o = 18 años	AI 300 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres,  Provisional AR 240 mg/día mujeres, 280 mg/día hombres	300 mg/día mujeres, 380 mg/día hombres		
19-30 años			255mg/día mujeres, 330 mg/día hombres	310mg/día mujeres, 400 mg/día hombres
31-50 años			265mg/día mujeres, 350 mg/día hombres	320mg/día mujeres, 420 mg/día hombres
51-70 años			265mg/día mujeres, 350 mg/día hombres	320mg/día mujeres, 420 mg/día hombres
>70 años			265mg/día mujeres, 350 mg/día hombres	320mg/día mujeres, 420 mg/día hombres
Embarazo		300 mg/día		
14-18 años			335 mg/día	400 mg/día
19-30 años			290 mg/día	350 mg/día
31-50 años			300 mg/día	360 mg/día
Mujeres en lactancia	300 mg/día			
14-18 años			300 mg/día	360 mg/día
19-30 años			255 mg/día	310 mg/día
31-50 años			265 mg/día	320 mg/día
UL	250 mg/día			
1-3 años			65 mg/día	
4-8 años			110 mg/día	
> 9 años			350 mg/día	

Tomado de: Recomendaciones de Nutrición Nórdicas (NNR-Nordic Nutrient Recommendations) (81); Organismo Nacional de Seguridad Alimentaria Sanitaria (Anses-L'Agence nationale de sécurité)(83); Consejo Nacional de Salud e Investigación Médica (NHMRC-National Health and Medical Research Council) (82).

Abreviaciones: Ingesta Adecuada (AI-Adequate Intake); Requerimientos Promedio (AR-Average Requirement); Requerimiento Promedio Estimado (EAR - Estimated Average Requirement); Aporte Dietético Recomendado, (RDA - Recommended Dietary Allowances); UL, (del inglés, Nivel Máximo Tolerable).

En el 2021 Rosanoff (17), basado en la necesidad de disminuir las enfermedades crónico-degenerativas, propuso una actualización de los DRI. Usando los mismos estudios de balance de 1997, información derivada del estudio de Hunt y Johnson 2006 y peso corporal actual de la población norteamericana (2011-2014) (19). En este estudio ellos estiman los DRI de la población norteamericana usando un 30% de CV, lo que resultó en un incremento del 25,25% para las mujeres and 16,8% para los hombres del DRI publicado en 1997.

Esto debe ser considerado con precaución ya que el empleo de un peso corporal mayor puede traducirse en incremento de calorías. En general, la ingesta de magnesio está asociada con la ingesta de calorías, excepto cuando la energía es proporcionada mayormente por alcohol, azúcares y aceites refinados (43).

En este sentido, DiNicolantonio, *et al.*, (44), sostienen que la suplementación de magnesio es una alternativa para proveer de beneficios en la salud. Recomiendan una suplementación de 300 mg magnesio para incrementar significativamente las concentraciones de magnesio sérico y prevenir enfermedades crónico-degenerativas.

#### *Latinoamérica*

Estudios epidemiológicos en América Latina sobre el magnesio son escasos esto debe estar atribuido a los altos costos que representan esos estudios, y probablemente a la baja prioridad que este mineral puede representar con respecto a otros minerales que tienen programas de fortificación. Con respecto a las recomendaciones de este mineral en Latinoamérica, ha sido difícil encontrar información en las plataformas de base de datos antes mencionadas. Es posible que las recomendaciones para este mineral sean derivadas de las bases de IOM (13), FAO/WHO (14) ya que son los organismos centrales que han sido empleados en el mundo para establecer los DRI.

En Brasil, Guimares *et al.*, en el 2023, (89)

usando una regresión lineal, evaluaron los DRI de magnesio en niños de 7 a 11 años de acuerdo con el gasto energético. Ellos observaron que, en niños tanto de sexo masculino como femenino, la ingesta energética predijo la ingesta de magnesio y que la regresión lineal de energía puede obtener una referencia para la ingesta de magnesio en niños. En este estudio, ellos estimaron los RDI individualizado, y encontraron que este valor se encontraba alrededor de 151,962 mg/ día en niñas y 270 mg/día en niños.

#### *Situación en Venezuela*

##### *Ingesta y estado de Magnesio*

En un estudio realizado entre el 2014-2016 por Landaeta-Jiménez *et al.*, (90) evaluaron la adquisición de alimentos en la población venezolana y según línea de pobreza, considerando Caracas y otras ciudades de pequeño y mediano tamaño, no especificadas en el artículo. Los autores observaron que entre los alimentos adquiridos semanalmente en los hogares destacan por el mayor porcentaje los hidratos de carbono seguido de las hortalizas y tubérculos (6,9% y 52% respectivamente). Las leguminosas se encuentran en el rubro de alimentos con el menor porcentaje de adquisición (14,0%). Conocido este último rubro, además de las legumbres, por ser uno de los principales proveedores de magnesio. En este estudio no reflejan la adquisición de otras fuentes de magnesio como son las semillas en general, nueces y cacao.

En el ELANS 2014-2015 (78), observaron que de las 9218 evaluadas en los diferentes países latinoamericanos, 1132 personas pertenecían a Venezuela con edades comprendidas entre 15 a 65 años estratificados por edad y género. En cuanto a los grupos de alimentos, los autores observaron un consumo de frutas (26,2g/día), vegetales (72,4 g/día), leguminosas/granos (25,8 g/día), semillas/nueces (0,3 g/día), cereales integrales (9,5 g/día), inferiores a los observado en otros países de Latinoamérica evaluados. Este consumo no se relacionaba con el estado socioeconómico, ni con la edad o el sexo.

En cuanto a la prevalencia del consumo óptimo de los diez mayores grupos de alimentos ellos observaron que los alimentos con mayor contenido de magnesio como las frutas, vegetales, leguminosas/granos, nueces/semillas y cereales integrales presentaron una baja prevalencia de consumo óptimo. Siendo la mayor cantidad la aportada por el rubro de

leguminosas/granos con un 7,7% de prevalencia de consumo óptimo para satisfacer los requerimientos mínimos para disminuir el riesgo relativo a presentar enfermedades crónico-degenerativas (78).

Según la Encuesta de Consumo de Alimentos (ENCA) (91) del año 2016 se observa que los cereales (29,4%) seguido de las leguminosas (5,7%) y hortalizas (5,2%) son el grupo de alimentos consumidos con mayor contenido en magnesio. Sin embargo, al realizar el análisis exhaustivo de cada rubro se observa un alto consumo de cereales refinados, y, en el caso de las hortalizas, un bajo consumo de vegetales de hojas verdes, lo que se traduce en alimentos de bajo contenido en magnesio. Se conoce que los frutos secos tienen alto contenido de este mineral, sin embargo, en la dieta del venezolano estas solo representan un 0,004% del total de alimentos consumidos (92).

El consumo de alimentos altamente refinados y/o procesados aunados a una baja ingesta de legumbres de hojas verdes y frutos secos, se traduce en un bajo aporte de magnesio en la dieta. En la ENCA 2013 (92), se observa que el porcentaje de adecuación para este mineral en la población total se encuentra por debajo de 40%, lo que puede resultar en una deficiencia de magnesio. Datos de este micronutriente no son reportados en el ENCA 2016 (91). Macías-Tomei, *et al.*, en el 2013 (93), reportan que el aporte total de magnesio de los alimentos presentó un incremento de 5% desde entre el 2003 y el 2010 (179 mg/persona/día).

Considerando que las recomendaciones de ingesta en una población adulta son 320 mg/día en las mujeres y 420 mg/día en los hombres, esto representa un 55,93% y 42,62% del requerimiento de magnesio para mujeres y hombres respectivamente. Esto podría relacionarse con un estado deficiente de magnesio en la población venezolana ya que, estudios han reportado una relación entre una baja ingesta de magnesio y la hipomagnesemia (6).

Con respecto al consumo de magnesio en niños lactantes, pocos estudios han evaluado la concentración de magnesio en la leche materna en Venezuela, en un estudio realizado por Carías, *et al.*, 1997 (94), observó que la concentración de magnesio en leche materna en mujeres venezolanas se encontraba en 25 mcg/ml durante el primer mes y alrededor de 30 mcg/ml entre los 3 y 6 meses.

La presente revisión muestra que pocos estudios han evaluado el estado del magnesio en sujetos sanos en Venezuela. Un estudio realizado en el 2009 por Acosta García, *et al.* (95), realizado en preescolares, escolares y adolescentes en el estado Carabobo, Valencia, evaluó la concentración de magnesio en suero observando una media de  $1,87 \pm 0,24$  mg/dl sin diferencia por sexo. El 71,5% de los niños evaluados se encontraba dentro del rango de 1,5-2 mg/dl y solo un 2,6% en el rango de 1-1,5 mg/dl.

Por otro lado, otro estudio realizado en una zona urbana del Estado Bolívar, demostró normomagnesemia en una población adulta, siendo mayores en hombres que en mujeres (96) (datos de ingesta de magnesio no fueron recolectados).

#### *Recomendaciones de Ingesta*

En Venezuela en el año 2000, se tomaron como valores de referencia para el magnesio los DRI estimados para la población norteamericana en el año 1997 (IOM) (16) (Tabla 5). Estos valores aún no han sido actualizados por el Instituto Nacional de Nutrición, sin embargo, una versión preliminar está publicada en su página web (97). Un grupo de autores Macías-Tomei, *et al.*, en el 2013 (93), en su revisión sobre los valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana argumentan no haber cambios en su estimación debido a la carencia de estudios y recomiendan mantener las mismas recomendaciones publicadas por el INN en el año 2000.

## **Discusión**

El magnesio es un catión esencial, necesario para mantener las funciones de las células y órganos, la actividad de numerosas enzimas y por ende las actividades metabólicas (3, 7, 98, 99). Hoy en día se conoce la existencia de una relación entre la deficiencia de magnesio y el desarrollo de enfermedades crónicas-degenerativas (28, 29, 41, 100), así como otras de índole neurológico (73, 76, 101, 102).

La ingesta de magnesio ha disminuido debido a muchos factores en donde el tipo de dieta juega un papel fundamental (43, 44, 46). De allí surge la hipótesis de la presencia de una hipomagnesemia latente en la población, pero debido a la carencia de biomarcadores específicos pueden existir falsos negativos (7, 74, 84). Hasta que no exista un método fácil, rápido, y sensible para medir el estado de magnesio no se podrían estimar las necesidades de este mineral de manera apropiada. Revisiones sistemáticas y estudios matemáticos han sido clave para actualizar estos datos, sin embargo, existen divergencias en cuanto a los DRI o NRV para el magnesio existen (17, 18, 89, 103). Por lo que es necesario realizar estudios empíricos epidemiológicos que evalúen el estado del magnesio en la población que nos permitan establecer un ajuste y actualizar los DRI o NRV.

En este sentido, algunas instituciones como la NASEM (88), FAO/WHO (14, 79) y el EFSA (20) están solicitando nuevos proyectos para hacer estudios epidemiológicos y lograr actualizar los requerimientos. Sin embargo, fijar nuevas referencias es desafiante, no solo porque el magnesio carece de un buen biomarcador que sea práctico, sensible y económico, sino que también se requieren de rigurosos protocolos de seguimiento de consumo estandarizados que permitan ser comparables entre varios estudios y países. Los altos costos, la alta inversión en personal calificado, la experiencia en el área que implican estos estudios también son un desafío (18).

Otro factor importante es el de la globalización de los DRI o NRV (18, 104), en este sentido las diferentes organizaciones dirigen sus estudios para actualizar estos datos, es de vital importancia recordar que se deben considerar la antropología, composición corporal, costumbres y culturas las cuales pueden afectar los requerimientos y la biodisponibilidad del mineral.

Los países en Latinoamérica deben orientarse hacia esta dirección, realizando estudios que permita estimar estos

requerimientos en función de características como ambiente, cultura, tradición y composición corporal. En el caso de Venezuela, los DRI para el magnesio están fijados según IOM 1997 (13, 16, 93). La ausencia de estudios de balance de magnesio en la población dificulta estimar los RDA, sin embargo, los AI podrían ser una alternativa.

Por otro lado, países como Francia, que no cuentan con estudios de balance actualizados han adoptado para su población la AI (83). Para la determinación de AI, es necesario disponer de un conjunto de datos de la estimación de ingesta del nutriente por grupo de personas aparentemente sanas a los cuales se suma un adecuado estado nutricional (105). Este último incluye, entre otros, crecimiento normal, mantenimiento de valores normales del mineral en el plasma.

La necesidad de establecer valores como la ingesta adecuada (AI) para la población de Latinoamérica y/o Venezuela no es descartable, se requiere de la integración de recursos humanos e inversión, hacia esa dirección se debe encaminar el ajuste de los DRI del magnesio considerando las condiciones de la población.

## **Conclusiones**

Las evidencias actuales sobre el magnesio como catión esencial han sido ampliamente estudiadas. Investigadores siguen apostando a encontrar un buen indicador para establecer un diagnóstico certero sobre el estado del magnesio en la población. Debido al bajo consumo de magnesio, es posible un estado de hipomagnesemia latente.

Hoy día se confirma la existencia de la relación entre estado de magnesio y desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas, lo que conlleva a la necesidad de crear DRI estandarizados que permitan evaluar la realidad de la población. Por los momentos países norteamericanos y europeos están realizando esfuerzos para actualizar los DRI del magnesio, otros han apostado solo por los AI.

Según la revisión realizada, los estudios con respecto al estado de magnesio o DRI de magnesio en Latinoamérica y Venezuela son escasos. ELANS ha mostrado interesantes resultados, con respecto a algunos países de Latinoamérica, lo que en futuro podría permitir establecer AI. Se requiere inversión

de recursos humanos y capital para establecer y actualizar con datos propios los DRI. Hacia esa dirección deben conducirse los esfuerzos para contar con datos actualizados de minerales en Latinoamérica.

### Agradecimientos

LJR responsable de la planificación, revisión y redacción del artículo.

### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

### Referencias

1. Rondón LJ, Marcano E, Rodríguez F, del Castillo JR. Blood pressure, magnesium and other mineral balance in two rat models of salt-sensitive, induced hypertension: effects of a non-peptide angiotensin II receptor type 1 antagonist. *Magnes Res.* 2014;27(3):113-30. <http://doi.org/10.1684/mrh.2014.0368>
2. Fatima G, Dzapina A, H BA, Magomedova A, Siddiqui Z, Mehdi A, et al. Magnesium Matters: A Comprehensive Review of Its Vital Role in Health and Diseases. *Cureus.* 2024;16(10):e71392. <http://doi.org/10.7759/cureus.71392>
3. de Baaij JH, Hoenderop JG, Bindels RJ. Magnesium in man: implications for health and disease. *Physiol Rev.* 2015;95(1):1-46. <http://doi.org/10.1152/physrev.00012.2014>
4. Workinger JL, Doyle RP, Bortz J. Challenges in the Diagnosis of Magnesium Status. *Nutrients.* 2018;10(9). <http://doi.org/10.3390/nu10091202>
5. Wanli G, Hussain N, Zongsuo L, Dongfeng Y. Magnesium deficiency in plants: An urgent problem. *The Crop Journal* 2016;4(2):83-91. <http://doi.org/10.1016>
6. Fiorentini D, Cappadone C, Farruggia G, Prata C. Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency. *Nutrients.* 2021;13(4). <http://doi.org/10.3390/nu13041136>
7. Rondón LJ, Rayssiguier Y, Nowacki W, Mazur A. Métodos para la determinación del estado del magnesio en humanos. *Acta bioquím clín latinoam.* 2014;48(3):319-28. 0325-2957
8. Rosanoff A. Changing crop magnesium concentrations: impact on human health. *Plant Soil.* 2013;368:139-53. <http://doi.org/10.1007/s11104-012-1471-5>
9. Razaque MS. Magnesium: Are We Consuming Enough?. *Nutrients.* 2018;10(12). <http://doi.org/10.3390/nu10121863>
10. Konrad M, Weber S. Recent advances in molecular genetics of hereditary magnesium-losing disorders. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14(1):249-60. <http://doi.org/10.1097/01.asn.0000049161.60740.ce>
11. Reddy MB, Love M. The impact of food processing on the nutritional quality of vitamins and minerals. *Adv Exp Med Biol.* 1999;459:99-106. [http://doi.org/10.1007/978-1-4615-4853-9\\_7](http://doi.org/10.1007/978-1-4615-4853-9_7)
12. Schimatschek HF, Rempis R. Prevalence of hypomagnesemia in an unselected German population of 16,000 individuals. *Magnes Res.* 2001;14(4).
13. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health. Washington (DC)1997.
14. WHO/FAO (World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations). Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bangkok, Thailand, 21-30 September. 2004:341.
15. European Food Safety Authority (EFSA). Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for magnesium. *EFSA J.* 2015;13 (7):4186. <http://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4186>
16. Instituto Nacional de Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Serie Cuadernos Azules. 2000;Publicación No 53.
17. Rosanoff A. Perspective: US Adult Magnesium Requirements Need Updating: Impacts of Rising Body Weights and Data-Derived Variance. *Adv Nutr.* 2021;12(2):298-304. <http://doi.org/10.1093/advances/nmaa140>
18. Allen LH, Carriquiry AL, Murphy SP. Perspective: Proposed Harmonized Nutrient Reference Values for Populations. *Adv Nutr.* 2020;11(3):469-83. <http://doi.org/10.1093/advances/nmz096>
19. Hunt CD, Johnson LK. Magnesium requirements: new estimations for men and women by cross-sectional statistical analyses of metabolic magnesium balance data. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(4):843-52. <http://doi.org/10.1093/ajcn/84.4.843>
20. European Food Safety Authority (EFSA). Dietary reference values for nutrients. [Internet] Summary report EFSA Supporting Publication; 2017.
21. Revisiones sistemáticas: Diferencias: Revisión Sistemática, Revisión Narrativa y Scoping Review [Internet]. Available from: <https://biblioguias.unav.edu/revisionessistemáticas/diferenciastipologiarevisiones>.
22. Pardal-Refoyo JL. Los artículos de revisión. Orientaciones para los autores y revisores. *Rev ORL* 2024;14(3). <http://doi.org/10.14201/orl.31646>
23. Umscheid CA. A Primer on Performing Systematic Reviews and Meta-analyses. *Clin Infect Dis.* 2013;57(5):725-34. <http://doi.org/10.1093/cid/cit333>
24. Wild L. El magnesio y los minerales de tu cuerpo son absolutamente esenciales. *Anales de la Universidad Central del Ecuador.* 2020;1(378):403-21.
25. Matsuda-Lennikov M, Biancalana M, Zou J, Ravell JC, Zheng L, Kanelloupolou C, et al. Magnesium transporter 1 (MAGT1) deficiency causes selective

- defects in N-linked glycosylation and expression of immune-response genes. *J Biol Chem.* 2019;294(37):13638-56. <http://doi.org/10.1074/jbc.RA119.008903>
26. Romani AM. Magnesium homeostasis in Mammalian cells. *Met Ions Life Sci.* 2013;12:69-118. [http://doi.org/10.1007/978-94-007-5561-1\\_4](http://doi.org/10.1007/978-94-007-5561-1_4)
27. Romani AM, Scarpa A. Regulation of cellular magnesium. *Front Biosci.* 2000;5:D720-34. <http://doi.org/10.2741/romani>
28. Laurant P, Touyz RM. Physiological and pathophysiological role of magnesium in the cardiovascular system: implications in hypertension. *J Hypertens.* 2000;18(9):1177-91. <http://doi.org/10.1097/00004872-200018090-00003>
29. Banjanin N, Belojevic G. Relationship of dietary magnesium intake and serum magnesium with hypertension: a review. *Magnes Res.* 2021;34(4):166-71. <http://doi.org/10.1684/mrh.2021.0492>
30. Choudhary R, Bodakhe SH. Magnesium taurate prevents cataractogenesis via restoration of lenticular oxidative damage and ATPase function in cadmium chloride-induced hypertensive experimental animals. *Biomed Pharmacother.* 2016;84:836-44. <http://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.10.012>
31. Kirkland AE, Sarlo GL, Holton KF. The Role of Magnesium in Neurological Disorders. *Nutrients.* 2018;10(6). <http://doi.org/10.3390/nu10060730>
32. Schuchardt JP, Hahn A. Intestinal Absorption and Factors Influencing Bioavailability of Magnesium-An Update. *Curr Nutr Food Sci.* 2017;13(4):260-78. <http://doi.org/10.2174/1573401313666170427162740>
33. Funato Y, Miki H. Molecular function and biological importance of CNNM family Mg<sup>2+</sup> transporters. *J Biochem.* 2019;165(3):219-25. <http://doi.org/10.1093/jb/mvy095>
34. de Baaij JHF. Magnesium reabsorption in the kidney. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2023;324(3):F227-F44. <http://doi.org/10.1152/ajprenal.00298.2022>
35. Rosanoff A, Dai Q, Shapses SA. Essential Nutrient Interactions: Does Low or Suboptimal Magnesium Status Interact with Vitamin D and/or Calcium Status?. *Adv Nutr.* 2016;7(1):25-43. <http://doi.org/10.3945/an.115.008631>
36. Elin RJ. Assessment of magnesium status for diagnosis and therapy. *Magnes Res.* 2010;23(4):S194-8. <http://doi.org/10.1684/mrh.2010.0213>
37. Witkowski M, Hubert J, Mazur A. Methods of assessment of magnesium status in humans: a systematic review. *Magnes Res.* 2011;24(4):163-80. <http://doi.org/10.1684/mrh.2011.0292>
38. Woźniak A, Wawrzyniak A, Jeznach-Steinhagen A. Hair as a biomarker to evaluate the intake of iron, magnesium and zinc in children. *J Elem* 2018;24(2):727-38. <http://doi.org/10.5601/jelem.2018.23.4.1708>
39. Ochi A, Ishimura E, Tsujimoto Y, Kakiya R, Tabata T, Mori K, et al. Hair magnesium, but not serum magnesium, is associated with left ventricular wall thickness in hemodialysis patients. *Circ J.* 2013;77(12):3029-36. <http://doi.org/10.1253/circj.cj-13-0347>
40. He K. Trace Elements in Nails as Biomarkers in Clinical Research. *Eur J Clin Invest* 2011;41(1):98-102. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2362.2010.02373.x>
41. Zhang J, Wang H, Wang Z, Zhang J, Zhang B. Association between Toenail Magnesium and Type 2 Diabetes in Chinese Adults. *Nutrients.* 2017;9(8):811. <http://doi.org/10.3390/nu9080811>
42. Arnaud MJ. Update on the assessment of magnesium status. *Br J Nutr.* 2008;99 Suppl 3:S24-36. <http://doi.org/10.1017/S000711450800682X>
43. Tarleton EK. Factors influencing magnesium consumption among adults in the United States. *Nutr Rev.* 2018;76(7):526-38. <http://doi.org/10.1093/nutrit/nuy002>
44. DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH, Wilson W. Subclinical magnesium deficiency: a principal driver of cardiovascular disease and a public health crisis. *Open Heart.* 2018;5(1):e000668. <http://doi.org/10.1136/openhrt-2017-000668>
45. Cazzola R, Della Porta M, Manoni M, Iotti S, Pinotti L, Maier JA. Going to the roots of reduced magnesium dietary intake: A tradeoff between climate changes and sources. *Heliyon.* 2020;6(11):e05390. <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05390>
46. O'Neil CE, Nicklas TA, Fulgoni VL, 3rd. Tree nut consumption is associated with better nutrient adequacy and diet quality in adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2010. *Nutrients.* 2015;7(1):595-607. <http://doi.org/10.3390/nu7010595>
47. Fawcett WJ, Haxby EJ, Male DA. Magnesium: physiology and pharmacology. *Br J Anaesth.* 1999;83(2):302-20. <http://doi.org/10.1093/bja/83.2.302>
48. U.S Department of Agriculture (USDA). National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. *Nutrients: Magnesium, Mg (mg).* 2015.
49. Bertinato J, Taylor J. Mineral concentrations in bottled water products: implications for Canadians' mineral intakes. *Can J Diet Pract Res.* 2013;74(1):46-50. <http://doi.org/10.3148/74.1.2013.46>
50. Franken GAC, Adella A, Bindels RJM, de Baaij JHF. Mechanisms coupling sodium and magnesium reabsorption in the distal convoluted tubule of the kidney. *Acta Physiol (Oxf).* 2021;231(2):e13528. <http://doi.org/10.1111/apha.13528>
51. Efrati E, Arsentiev-Rozenfeld J, Zelikovic I. The human paracellin-1 gene (hPCLN-1): renal epithelial cell-specific expression and regulation. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2005;288(2):F272-83. <http://doi.org/10.1152/ajprenal.00021.2004>
52. Sabatier M, Pont F, Arnaud MJ, Turnlund JR. A compartmental model of magnesium metabolism in healthy men based on two stable isotope tracers. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2003;285(3):R656-63. <http://doi.org/10.1152/ajpregu.00749.2002>
53. Chamniansawat S, Suksridechacin N, Thongon N. Current opinion on the regulation of small intestinal magnesium absorption. *World J Gastroenterol.* 2023;29(2):332-42. <http://doi.org/10.3748/wjg.v29.i2.332>
54. Yamamura R, Inoue KY, Nishino K, Yamasaki S. Intestinal

- and fecal pH in human health. *Front Microbiomes*. 2023;1-12. <http://doi.org/10.3389/frmbi.2023.1192316>
55. Hardwick LL, Jones MR, Brautbar N, Lee DB. Magnesium absorption: mechanisms and the influence of vitamin D, calcium and phosphate. *J Nutr*. 1991;121(1):13-23. <http://doi.org/10.1093/jn/121.1.13>
  56. Costa G, Vasconcelos Q, Abreu G, Albuquerque A, Vilarrejo J, Aragao G. Changes in nutrient absorption in children and adolescents caused by fructans, especially fructooligosaccharides and inulin. *Arch Pediatr*. 2020;27(3):166-9. <http://doi.org/10.1016/j.arcped.2020.01.004>
  57. Legette LL, Lee W, Martin BR, Story JA, Campbell JK, Weaver CM. Prebiotics enhance magnesium absorption and inulin-based fibers exert chronic effects on calcium utilization in a postmenopausal rodent model. *J Food Sci*. 2012;77(4):H88-94. <http://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02612.x>
  58. Donaldson GP, Lee SM, Mazmanian SK. Gut biogeography of the bacterial microbiota. *Nat Rev Microbiol*. 2016;14(1):20-32. <http://doi.org/10.1038/nrmicro3552>
  59. Winther G, Pyndt Jorgensen BM, Elfving B, Nielsen DS, Kihl P, Lund S, et al. Dietary magnesium deficiency alters gut microbiota and leads to depressive-like behaviour. *Acta Neuropsychiatr*. 2015;27(3):168-76. <http://doi.org/10.1017/neu.2015.7>
  60. Williams NT. Probiotics. *Am J Health Syst Pharm*. 2010;67(6):449-58. <http://doi.org/10.2146/ajhp090168>
  61. Shikh EV, Makhova AA, Dorogun OB, Elizarova EV. [The role of phytates in human nutrition]. *Vopr Pitan*. 2023;92(4):20-8. <http://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-4-20-28>
  62. Vaquero M, Sarriá B. Long-chain fatty acid supplemented infant formula does not influence calcium and magnesium bioavailability in weanling rats. *J Sci Food Agric*. 2005. <http://doi.org/10.1002/jsfa.2119>
  63. Palacios C, Wigertz K, Braun M, Martin BR, McCabe GP, McCabe L, et al. Magnesium retention from metabolic-balance studies in female adolescents: impact of race, dietary salt, and calcium. *Am J Clin Nutr*. 2013;97(5):1014-9. <http://doi.org/10.3945/ajcn.112.039867>
  64. Rosanoff A. Rising Ca:Mg intake ratio from food in USA Adults: a concern? *Magnes Res*. 2010;23(4):S181-93. <http://doi.org/10.1684/mrh.2010.0221>
  65. Moore-Schiltz L, Albert JM, Singer ME, Swain J, Nock NL. Dietary intake of calcium and magnesium and the metabolic syndrome in the National Health and Nutrition Examination (NHANES) 2001-2010 data. *Br J Nutr*. 2015;114(6):924-35. <http://doi.org/10.1017/S0007114515002482>
  66. Bunce GE, Sauberlich HE, Reeves PG, Oba TS. Dietary Phosphorus and Magnesium Deficiency in the Rat. *J Nutr*. 1965;86:406-13. <http://doi.org/10.1093/jn/86.4.406>
  67. Spencer H, Norris C, Williams D. Inhibitory effects of zinc on magnesium balance and magnesium absorption in man. *J Am Coll Nutr*. 1994;13(5):479-84. <http://doi.org/10.1080/07315724.1994.10718438>
  68. Monge-Rojas R, Vargas-Quesada R, Previdelli AN, Kovalskys I, Herrera-Cuenca M, Cortes LY, et al. A Landscape of Micronutrient Dietary Intake by 15- to 65-Years-Old Urban Population in 8 Latin American Countries: Results From the Latin American Study of Health and Nutrition. *Food Nutr Bull*. 2023;3795721231215267. <http://doi.org/10.1177/03795721231215267>
  69. European Food Safety Authority. EU Menu external scientific reports. Virtual Issues First published: 25 March 2019. Last updated: 4 June 2024. *EFSA Journal*
  70. The EAT-Lancet Commission on Food, Planet, Health. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*. 2019.
  71. Hirvonen K, Bai Y, Headey D, Masters WA. Affordability of the EAT-Lancet reference diet: a global analysis. *Lancet Glob Health*. 2020;8(1):e59-e66. [http://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30447-4](http://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30447-4)
  72. Berthy F, Brunin J, Alles B, Reuze A, Touvier M, Hercberg S, et al. Higher adherence to the EAT-Lancet reference diet is associated with higher nutrient adequacy in the NutriNet-Sante cohort: a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr*. 2023;117(6):1174-85. <http://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.03.029>
  73. Toujgani H, Berlivet J, Berthy F, Allès B, Brunin J, Fouillet H, et al. Dietary Pattern Trajectories in French Adults of the NutriNet-Santé Cohort Over Time (2014-2022): Role of Socioeconomic Factors. *British Journal of Nutrition* 2024. <http://doi.org/10.1017/S0007114524002514>
  74. Jun S, Cowan AE, Dodd KW, Tooze JA, Gahch JJ, Eicher-Miller HA, et al. Association of food insecurity with dietary intakes and nutritional biomarkers among US children, National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2011-2016. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2021;114,(3):1059-69.
  75. U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service. Usual Nutrient Intake from food and Beverages, by gender and age, What we eat in America. NHANES 2013-2016 2019.
  76. Tarleton EK, Kennedy AG, Rose GL, Littenberg B. Relationship between Magnesium Intake and Chronic Pain in U.S. Adults. *Nutrients*. 2020;12(7). <http://doi.org/10.3390/nu12072104>
  77. Henriksen C, Aaseth JO. Magnesium: a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*. 2023;67. <http://doi.org/10.29219/fnr.v67.10314>
  78. Kovalskys I, Rigotti A, Koletzko B, Fisberg M, Gomez G, Herrera-Cuenca M, et al. Latin American consumption of major food groups: Results from the ELANS study. *PLoS One*. 2019;14(12):e0225101. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0225101>
  79. FAO/WHO. Call for experts for updating FAO/WHO iron, vitamin A, folate and magnesium requirements for children aged 0 – 36 months 2020 [Available from: <https://www.who.int/news-room/articles-detail/call-for-experts-for-updating-fao-who-iron-vitamin-a-folate-and-magnesium-requirements-for-children-aged-0-36-months>].
  80. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division;

- Food and Nutrition Board Harmonization of Approaches to Nutrient Reference Values: Applications to Young Children and Women of Reproductive Age Washington (DC): National Academies Press (US).2018.
81. Hoyer A, Christensen JJ, Arnesen EK, Andersen R, Eneroth H, Erkkola M, *et al.* The Nordic Nutrition Recommendations 2022 - prioritisation of topics for de novo systematic reviews. *Food Nutr Res.* 2021;65. <http://doi.org/10.29219/fnr.v65.7828>
  82. Australian Government. National Health and Medical Research Council. Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand Executive Summary 2006. Version 1.2. Updated September 2017.
  83. Agence nationale de sécurité sanitaire des aliments (Anses). Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux [Internet]. Available from: <https://www.anses.fr/fr/content/les-r%C3%A9f%C3%A9rences-nutritionnelles-en-vitamines-et-min%C3%A9raux>.
  84. Nielsen FH. Guidance for the determination of status indicators and dietary requirements for magnesium. *Magnes Res.* 2016;29(4):154-60. <http://doi.org/10.1684/mrh.2016.0416>
  85. U.S. Department of Health and Human Services. National Institute of Health. Division of Program Coordination, Planning and Strategic Initiatives. Office of Dietary Supplements,.
  86. Jouanne M, Oddoux S, Noel A, Voisin-Chiret AS. Nutrient Requirements during Pregnancy and Lactation. *Nutrients.* 2021;13(2). <http://doi.org/10.3390/nu13020692>
  87. Lakshmanan FL, Rao RB, Kim WW, Kelsay JL. Magnesium intakes, balances, and blood levels of adults consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(6 Suppl):1380-9. <http://doi.org/10.1093/ajcn/40.6.1380>
  88. National Academy Sciences, Engineering and Medicine (NASEM). Dietary Reference Intakes Research Synthesis, Workshop Summary. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. 2007:19-34.
  89. Guimaraes R, Andrade FCD, Costa GNO, Rocha ADS, Barreto ML, Salles C. Setting references for daily intake of micronutrients: A study on magnesium. *Nutrition.* 2023;106:111903. <http://doi.org/10.1016/j.nut.2022.111903>
  90. Landaeta-Jiménez M, Herrera Cuenca M, Ramírez G, Vásquez M. La alimentación de los venezolanos. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2016. *An Venez Nutr.* 2017;30 (2):99-111.
  91. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta de Consumo de Alimentos (ENCA), Informe Resultados Preliminares Abril-Septiembre 2015. República Bolivariana de Venezuela, Ministerio del Poder Popular de Planificación, Instituto Nacional de Estadística (INE). Julio, 2016.
  92. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA), Abril-Junio 2013. Boletín Informativo No 2. 2014.
  93. Macías-Tomei C, Palacios C, Mariño Elizondo M, Carías D, Noguera D, J.F. CP. Valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana. *ALAN* 2013;63(4).
  94. Carías D, Velázquez G, Cioccia AM, Piñero D, Inciarte H, Hevia P. Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas *Arch Latinoam Nutr.* 1997;47 (2):110-7.
  95. Acosta García E, Páez M, Barón M, Velásquez E, Solano L. Valores de referencia de calcio, magnesio y cobre en niños en edad escolar de Valencia, Venezuela. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 2009;43(4):619-23.
  96. Caride M, Rojas de Astudillo L, González A, Peña L, Ruotolo A, Márquez I, *et al.* Serum levels of magnesium, iron and copper in adult population from Ciudad Bolívar, Bolívar State, Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela.* 2014;26(1):25-32. ISSN: 1315-0162 / Depósito Legal pp 198702U187
  97. Instituto Nacional de Nutrición. Valores de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana. Versión Preliminar 2015-2016.
  98. Al Alawi AM, Majoni SW, Falhammar H. Magnesium and Human Health: Perspectives and Research Directions. *Int J Endocrinol.* 2018;2018:9041694. <http://doi.org/10.1155/2018/9041694>
  99. Krose JL, de Baaij JHF. Magnesium biology. *Nephrol Dial Transplant.* 2024;39(12):1965-75. <http://doi.org/10.1093/ndt/gfae134>
  100. Wang JL, Shaw NS, Yeh HY, Kao MD. Magnesium status and association with diabetes in the Taiwanese elderly. *Asia Pac J Clin Nutr* 2005;14(3):263-9.
  101. Xue W, You J, Su Y, Wang Q. The Effect of Magnesium Deficiency on Neurological Disorders: A Narrative Review Article. *Iran J Public Health.* 2019;48(3):379-87.
  102. Tarleton EK, Kennedy AG, Rose GL, Crocker A, Littenberg B. The Association between Serum Magnesium Levels and Depression in an Adult Primary Care Population. *Nutrients.* 2019;11(7). <http://doi.org/10.3390/nu11071475>
  103. Neufingerl N, Eilander A. Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: A Systematic Review. *Nutrients.* 2021;14(1). <http://doi.org/10.3390/nu14010029>
  104. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM); Health and Medicine Division; Food and Nutrition Board; Committee on the Application of Global Harmonization of Methodological Approaches to Nutrient Intake Recommendations for Young Children and Women of Reproductive Age. Harmonization of Approaches to Nutrient Reference Values: Applications to Young Children and Women of Reproductive Age. Washington (DC): National Academies Press (US); 2018 Jun 11.
  105. Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes; Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000. 5, Using the Adequate Intake for Nutrient Assessment of Groups. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222886/>.

106. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Opinion on Dietary Reference Values for magnesium. EFSA J. 2015;13(7).

Recibido: 23/12/2024  
Aceptado: 24/02/2025

## Batata (*Ipomoea batatas*, L.) tubérculo nutritivo y saludable. Revisión

Marisa Guerra<sup>1</sup> , Alexia Torres<sup>1</sup> .

**Resumen:** Batata (*Ipomoea batatas*, L.) tubérculo nutritivo y saludable. Revisión. **Introducción.** La batata (*Ipomoea batatas* L.) es uno de los tubérculos más cultivado en el mundo. Su cultivo y consumo actual está enfocado en su composición nutricional y como proveedor de compuestos bioactivos para la prevención de enfermedades relacionadas a la alimentación. **Objetivo.** Revisar las propiedades nutricionales y funcionales de la batata, la forma de procesarla y el desarrollo de nuevos productos saludables para aumentar su consumo. **Materiales y métodos.** Se utilizaron varias bases de datos (ResearchGate, Academia Edu, SciELO, Latindex, Science Direct, Scopus, Pub Med) y se seleccionaron las investigaciones más representativas para cumplir los objetivos. **Resultados.** Los tubérculos de la batata son ricos en almidones, azúcares, fibra, proteínas, vitaminas, minerales y microcomponentes bioactivos. Estudios "in vivo" e "in vitro" han demostrado el efecto benéfico de los antioxidantes de la batata, principalmente  $\beta$ -caroteno y antocianinas, para prevenir o tratar algunas enfermedades. La cocción al vapor es la más eficiente en la retención de nutrientes y la obtención de harinas la forma más estable para la conservación, usos y comercialización. Del procesamiento se obtienen almidones, azúcares, colorantes, purés, bebidas, pastas y snack, casi todos saludables. **Conclusiones.** Tubérculos de *Ipomoea batata* anaranjados y morados tienen mayor contenido de compuestos bioactivos. Existen resultados positivos sobre algunas enfermedades y en su actividad anticancerígena, evaluada mediante ensayos "in vitro" e "in vivo". En humanos, aún faltan estudios de seguridad y eficacia que respalden su uso futuro y permitan el desarrollo de fármacos e investigaciones que evalúen el beneficio de los compuestos bioactivos en alimentos saludables. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 65-77.**

**Palabras clave:** batata, alimento funcional, compuestos bioactivos

**Abstract:** Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.), nutritious and healthy tuber. A review. **Introduction.** The sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is one of the most cultivated tubers in the world. Its cultivation and current consumption are focused on its nutritional composition and as a supplier of bioactive compounds for the prevention of diseases related to feeding. **Objective.** To review the nutritional and functional properties of sweet potatoes, the way they are processed and the development of new healthy products to increase their consumption. **Materials and methods.** Several databases were used (ResearchGate, Academia Edu, SciELO, Latindex, Science Direct, Scopus, Pub Med) and the most representative research was selected to meet the objectives. **Results.** Sweet potato tubers are rich in starches, sugars, fiber, proteins, vitamins, minerals and bioactive micro components. "In vivo" and "in vitro" studies have shown the beneficial effect of sweet potato antioxidants, mainly  $\beta$ -carotene and anthocyanins, to prevent or treat some diseases. Steam cooking is the most efficient in retaining nutrients and obtaining flour is the most stable form for conservation, use and marketing. Starches, sugars, dyes, purees, drinks, pastes and snacks are obtained from processing, almost all of which are healthy. **Conclusions.** Orange and purple sweet potato *Ipomoea* tubers have a higher content of bioactives compounds. There are positive results on some diseases and their anticancer activity, evaluated by "in vivo" and "in vitro" test. In humans, there is still a lack of safety and efficacy studies to support their future use and allow for the development of drugs and research that evaluate the benefit of bioactive compounds in healthy foods. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1):65-77.**

**Keywords:** sweet potato, functional food, bioactive compounds

### Introducción

La batata (*Ipomoea batatas* L.) es un tubérculo que se siembra en regiones tropicales, subtropicales y de clima cálido. Se cultiva en más de 100 países y es considerado el quinto o sexto alimento más importante en los países en desarrollo debido a sus sobresalientes características agronómicas de tolerancia a insectos, virus y enfermedades y

<sup>1</sup>Universidad Simón Bolívar, Dpto. Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Caracas, Venezuela. Autor para la correspondencia: Marisa Guerra, e-mail: mguerra@usb.ve



buena capacidad competitiva con malezas (1), así como bajos costos de producción (2). Es cultivado en África, Asia, América, y en el Caribe (3).

En Latinoamérica se cultiva en todos los países, existiendo muchas variedades de batatas adaptadas a las condiciones climáticas de las regiones (1,4,5) y a las necesidades de algunos nutrientes (6,7), ya que se utilizan como alimento y forraje. Solo en Perú hay más de 300 variedades (Centro de papa, Perú) y en Brasil se han hecho estudios de biofortificación en variedades de batatas, que han dado muy buenos resultados como fuente de nutrientes para la población (8). Sin embargo, el consumo es bajo y en casi todos los países hay grandes pérdidas postcosecha (9), porque se aplican pocos procesos de conservación, y lo común es la preparación con técnicas de cocción en el hogar, o con tecnologías artesanales propias de cada región (10).

Asia produce el 92% del total mundial, siendo China el mayor productor con aproximadamente el 85% de la producción mundial, seguido de África (6). También, ha sido introducido en forma exitosa en Europa como cultivo alternativo para la industria de alimentos (11). Japón y Estados Unidos, también son grandes productores que lo utilizan básicamente en la industria de alimentos (12).

El uso principal de los tubérculos es como alimento, aunque también tiene uso industrial para la producción de azúcares, almidón y en horticultura (13). En los últimos años se han desarrollado muchos productos a base de batata, por lo que las industrias están comercializando con éxito varios alimentos o ingredientes a base del tubérculo (14). Muchos de esos desarrollos se están enfocando en destacar las propiedades funcionales no sólo como fuente de nutrientes, sino como proveedor de compuestos bioactivos para la prevención de enfermedades relacionadas a la alimentación, tales como diabetes, obesidad, hipertensión y complicaciones cardiovasculares (15). Otros efectos potenciales en la salud atribuidos a la batata son: como antioxidante, antiinflamatorio, actividad

hepatoprotectora, propiedades anticancerígenas, mejoras de la capacidad neurológica y de la memoria, disminución de trastornos metabólicos y función de barrera intestinal (16,17), lo que permite considerar a la batata como una valiosa fuente de productos naturales únicos, que pueden ser utilizados en el desarrollo de alimentos, medicamentos contra diversas enfermedades y en la elaboración de productos farmacéuticos (7, 18).

El objetivo de esta revisión es aportar información sobre las investigaciones que se han realizado en años recientes destacando las propiedades nutricionales y funcionales de la batata, el desarrollo de nuevos productos y la forma en que puede ser procesada para aumentar su consumo.

## **Composición**

La batata tiene varios macros y microcomponentes, algunos en pequeñas cantidades pero que pueden ser suficientes como nutrientes para darle valor al alimento. Dependiendo del tamaño de la porción servida de batata, especialmente la de pulpa anaranjada, se le considera como una fuente rica en  $\beta$ -caroteno y una buena fuente de minerales (magnesio, hierro, cobre, manganeso, calcio y potasio) además de vitaminas como la B1, B6 y E (16,19).

La composición de la batata depende principalmente de la variedad, lugar de cultivo, almacenamiento y del método de cocción o procesamiento previo al consumo (13,16,20). El contenido de nutrientes y compuestos bioactivos le van a conferir una diversidad de colores característicos como el blanco, crema, amarillo, anaranjado hasta el púrpura o morado (Figura 1).

El componente principal de la batata es el almidón, por lo tanto, es un alimento básicamente energético, que ha sido utilizado con éxito en la lucha contra la desnutrición, debido a sus características nutritivas, facilidad de cultivo y productividad (5,21,22). Los almidones de la batata tienen baja viscosidad y dan pastas estables a baja temperatura, la amilosa tiene mayor absorción de agua a baja temperatura por lo cual puede ser un buen espesante para uso en confitería y postres fríos (23). En la Tabla 1 se presentan valores promedios de los principales macronutrientes, donde el agua y los carbohidratos son casi el 98% de los componentes.



**Figura 1.** Diferentes tipos de batatas.

El almidón es el carbohidrato más abundante en la batata, es de fácil obtención y retrogradación, y puede formar almidón resistente por su alto contenido de amilosa. En la batata cruda el almidón resistente es del tipo AR2, una vez que se cocina se produce la gelatinización y al enfriarse se forma el AR3 (24). Se estima que los almidones resistentes de la batata sean un producto de bajo costo, alta disponibilidad,

**Tabla 1.** Contenido de macronutrientes de batata cruda.

Macronutrientes	Batata cruda (Promedio/100g)
Agua	77,28 g
Energía	86 Kcal
Lípidos	0,60 g
Ácidos grasos saturados	0,23 g
Ácidos grasos monoinsaturados	0,04 g
Ácidos grasos poliinsaturados	0,20 g
Cenizas	0,99 g
Proteína	1,57 g
Fibra dietaria total	3,00 g
Carbohidratos	20,12 g
Azúcares	4,18 g
Glucosa	0,96 g
Sacarosa	2,52 g
Fructosa	0,70 g
Almidón	12,65 g

Fuente: (30,31).

biodegradabilidad y comportamiento neutro. Se pueden obtener de todas las variedades de batatas, y utilizarlos para impartirle estabilidad al alimento, capacidad emulsificante, sustituir la grasa y como un relleno. La batata es una alternativa a otros tubérculos como una materia prima sostenible para la producción de almidón resistente (25).

Además de almidón, contiene azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), fibras (celulosa y pectinas) y fibra digerible. La pectina presente en la fibra tiene bajo grado de metilación y es rica en galactosa y arabinosa, siendo su uso industrial similar al de la manzana. También se ha reportado la presencia de los prebióticos fructooligosacáridos (FOS), inulina y rafinosa (26).

Aun cuando el contenido proteico de la batata es bajo, su calidad es buena, ya que el cómputo químico de aminoácidos es de 80. El contenido de aminoácidos es bastante completo y tiene un buen contenido de lisina (en harina cruda 9,60 mg/g proteína y en harina cocida 10,4 mg/g proteína) por esto, se le utiliza como complemento de algunas harinas de cereales (5). Estudios en harina de batata cruda indican que los aminoácidos con mayor contenido fueron los aminoácidos no esenciales, ácido aspártico (38,90 mg/g proteína), ácido glutámico (21,00 mg/g proteína) y el aminoácido esencial valina (18,90 mg/g proteína), por otro lado, los aminoácidos de menor concentración fueron leucina con 3,95 mg/g proteína, histidina con 4,90 mg/g proteína y metionina con 5,00 mg/g proteína, siendo el triptófano el aminoácido limitante (21).

Su contenido de lípidos es bajo, generalmente menor de 1g/100 g (Tabla 1). Los ácidos grasos de la batata incluyen los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) y el araquidónico (C20:0), de los cuales el C16:0, C18:2 y C18:3 son los más abundantes (27). También aportan glicolípidos como el monogalactosil dialciligliceroles (MGDGs) y digalactosil diaciligliceroles (DGDGs). En algunos estudios se ha evidenciado (27) que los glicolípidos derivados de plantas

presentan varias propiedades biológicas “*in vivo e in vitro*”, como actividad antitumoral y antiinflamatoria.

En vitaminas se destaca por la provitamina A ( $\beta$ -caroteno), la cual se encuentra en mayores cantidades en las variedades anaranjadas, cuanto más amarillenta es su raíz más  $\beta$ -caroteno posee, por lo que las batatas con esta coloración son muy utilizadas en Asia y África para reducir la deficiencia de vitamina A en los niños (22,28). En Latinoamérica (Brasil), ha logrado producir batatas altas en  $\beta$ -carotenos y se utilizan para prevenir las deficiencias de vitamina A.

El contenido de algunos minerales puede ser significativo como el de hierro 0,8 mg/100 g y potasio, de 200-300 mg/100g (29), valores similares a los encontrados por otros autores (30,31), que además presentan cantidades moderadas de varios micronutrientes los cuales son presentados en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Contenido de micronutrientes de batata cruda

Micronutrientes	Batata cruda (Promedio/100g)
<b>Minerales</b>	
Calcio	22,00 mg
Hierro	0,70 mg
Yodo	2,00 $\mu$ g
Magnesio	13,00 mg
Zinc	0,30 mg
Potasio	320,00 mg
Sodio	19,00 mg
Fósforo	60,00 mg
Selenio	1,00 $\mu$ g
<b>Vitaminas</b>	
Ácido ascórbico	25,00 mg
Retinol	667,00 $\mu$ g
Tiamina	0,10 mg
Riboflavina	0,06 mg
Niacina	1,20 mg
Piridoxina (vitamina B6)	0,22 mg
Vitamina E	4,00 mg

Fuente: (30,31).

Existen muchos estudios sobre la composición de la batata fresca o procesada, generalmente cocida y deshidratada. En 50 variedades de batatas (5,32) se han reportado valores de 51 a 74 % de almidón, pero al determinar la composición en base fresca, el agua es el principal componente y puede alcanzar valores de hasta 80% (14).

En diferentes variedades de batatas frescas cultivadas en México, se encontraron valores de humedad entre 64 y 74% donde el almidón representa 11,8 %, valor inferior al reportado en la Tabla 1 y los azúcares fueron de casi 10%, valor más del doble del promedio de la Tabla 1. La diferencia en estos últimos le imparte las variaciones del dulzor que tienen la mayoría de las especies de batatas (5).

El análisis de dos variedades de batatas cultivadas en Venezuela produjo valores de humedad alrededor del 70%. De la pulpa deshidratada se obtuvo harina con 7% de humedad, 30% almidón y 30% de azúcares totales, siendo el 23% de azúcares reductores (33). El contenido de azúcares depende de la actividad de las amilasas, se han reportado en la batata fresca las enzimas alfa y beta amilasas, también polifenol oxidasas (32, 33). A la alfa-amilasa de la batata, se le atribuye un patrón dual de actividad amilolítica. Uno que funciona durante el almacenamiento de las raíces y afecta el contenido de sacarosa y glucosa, sin cambiar el de maltosa; y el otro funciona cuando la batata es procesada durante el tratamiento con calor, incrementando el contenido de maltosa, sin cambiar el de glucosa y la sacarosa (33). Este autor al activar las alfas amilasas para obtener almidones pregelatinizados y modificados en forma natural, obtuvo jarabes glucosados de 27 y 33 equivalentes de dextrosa. Como el proceso se hizo con harina, el producto final tenía además proteínas con un buen contenido de lisina. Las propiedades nutricionales de la batata resultan comparables o mejores a las que presentan la papa y otros tubérculos.

### Propiedades funcionales

En las últimas décadas se ha tratado de evaluar los componentes de los alimentos que pueden aportar algunas propiedades diferentes a las nutricionales o que promueven la salud, principalmente por su efecto como antioxidantes contra los radicales libres que pueden reaccionar con moléculas de proteínas, lípidos y sacáridos causando su oxidación y destruyendo estructuras celulares y tejidos, lo que

puede ocasionar enfermedades (11). Estas sustancias de bajo peso molecular con actividad antirradical son de origen vegetal como las vitaminas E y C,  $\beta$ -carotenoides y polifenoles, son sustancias bioactivas y los alimentos que las contienen se denominan “alimentos funcionales”. En el caso de la batata, se han identificado diferentes compuestos fitoquímicos (Tabla 3) con actividad funcional como polifenoles, terpenoides, saponinas, glicósidos, alcaloides, esteroides (15). Estos compuestos bioactivos de la batata pueden impartir beneficios a la salud, tales como, aportes nutricionales, propiedades cardioprotectoras, hepatoprotectoras, anti cancerígenas, anti obesogénicas, anti envejecimiento, anti diabético, anti ulcero génico, entre otros. Por lo que se han realizado diferentes estudios para comprobar y promover a la batata como un alimento funcional en enfermedades crónico-degenerativas, para disminuir su incidencia y prevalencia (5,15-17), siendo uno de los argumentos que justifican las recomendaciones del consumo de batata.

**Tabla 3.** Actividad biológica de varios tipos de batata.

Actividad biológica	Color del cultivo	Descripción del compuesto
Efecto antioxidante	Batata blanca, anaranjada y morada	Fenoles
Actividad anti-cancerígena	Batata morada	Fenoles
Enfermedad coronaria	Batata morada	Antocianinas
Vasos sanguíneos	Batata morada	Antocianinas
Enfermedad degenerativa	Batata morada	Antocianinas
Actividad antimicrobiana	Batata anaranjada y púrpura	$\beta$ -caroteno y antocianinas
Antifúngica	Batata morada	Antocianina
Antiinflamatoria	Batata morada	Antocianina
Hepatoprotectora	Batata morada	Antocianina
Antidiabética	Batata blanca	Licopeno
Mejora la visión	Batata anaranjada	$\beta$ -caroteno
Refuerza el sistema Inmune	Batata anaranjada	$\beta$ -caroteno

Fuente: (15-17,57).

Los más importantes de estos promotores de salud son los ácidos fenólicos (ácido cafeico, ácido cafeoilquinico) y algunos derivados, ácido clorogénico, p-cumarina (15,34). Además de las antocianinas, las cuales se encuentran principalmente en las variedades de pulpa morada, en grandes cantidades y tienen excelentes propiedades biológicas y con valor potencial como colorantes naturales (4, 34-36).

Los compuestos bioactivos de la batata han sido estudiados con ensayos “*in vivo e in vitro*”, donde se ha comprobado sus beneficios a la salud como antioxidante, cardioprotector, antiinflamatorio, anticancerígeno, antidiabético, antimicrobiano, anti-obesidad, anti hepatotóxico, anti genotóxico, como prebiótico y para la prevención de las deficiencias de algunas vitaminas como la A (16,35). De los estudios “*in vivo*” se han corroborado los efectos como antioxidante, hepatoprotector, antitumoral, anti envejecimiento, inmunomodulador y anti-obesidad (16). La actividad antitumoral y anticáncer, ha sido evaluada en forma positiva con ensayos “*in vivo e in vitro*” con algunos compuestos activos aislados, por lo que se considera que tienen un gran potencial para hacer ensayos en humanos (37).

Entre los fitoquímicos aislados están fenoles, antocianinas, flavonoides, cumarinas, esteroides, pectinas, péptidos y glicoproteínas (37). En un estudio empleando la batata morada (35), se extrajeron 5 pionidinas (antocianinas) y se evaluó el efecto antioxidante y prebiótico de dichos compuestos, demostrando “*in vitro*” el efecto sobre diferentes cultivos microbianos y su capacidad para modular la microbiota intestinal. La actividad prebiótica “*in vitro*” de batata anaranjada, asociada al contenido de fibra, almidón resistente y/o azúcares fue evaluada en el puré de esta variedad y se halló que la misma puede modular positivamente el microbioma intestinal promoviendo el crecimiento de bacterias beneficiosas del género bifidobacterium, y estimulando la producción de ácidos grasos de cadena corta como el ácido butírico, el cual es favorable para la salud intestinal (38). Otro grupo de investigadores (39) mediante

un estudio “*in vitro*” donde simulaban el intestino humano, hallaron que la ingesta de fibra dietaria de batata ejercía un impacto sobre el microbioma intestinal, observaron un incremento significativo en la concentración de bifidobacterias y lactobacilos, mientras que se inducía una disminución de enterobacilos, *Clostridium perfringens* y bacteroides.

El análisis de los pigmentos que le aportan los diferentes colores a la pulpa ha revelado que las variedades anaranjadas tienen un contenido de  $\beta$ -caroteno superior al de la pulpa color morada, pero estas tienen altos niveles de antocianinas, mientras que las de pulpa blanca casi no contienen  $\beta$ -caroteno. En las batatas moradas se han identificado más de 12 tipos de antocianinas y todas han demostrado varias propiedades como componentes saludables, con un alto potencial para producir alimentos funcionales (15,35).

Las antocianinas que dan el color púrpura o morado a la pulpa, aunque se encuentran en pocas cantidades en las pulpas de otros colores, han demostrado su fuerte capacidad para impartir las propiedades fisiológicas, como antioxidante, anti mutagénica y actividad antihipertensiva (7). Esto ha impulsado los estudios con las diferentes estructuras de los pigmentos y particularmente con las antocianinas que son un potente antioxidante, y puede dar coloración morada, roja y azul, dependiendo de los compuestos derivados en la biosíntesis. En la batata púrpura o morada se han identificado en varias especies cianidinas o pionidinas glucosadas, que son derivadas de las antocianinas (7,35). Se considera que los fenoles, las antocianinas y los  $\beta$ -carotenos son los componentes que aportan el efecto saludable a las batatas como ingrediente.

Se realizó una investigación (40) con 10 personas para evaluar la respuesta glicémica al consumir batata morada hervida (BMH), fideos de batata púrpura hervida (FBH) y fideos con almidón resistente de batata morada (FAR) usando como patrón jarabe glucosado y se encontró que los FAR tenían el valor más bajo de índice glicémico (IG) comparados con BMH y FBH (58,7, 63,5 y 83,7), valores que caen dentro de la clasificación de IG medio. Como efecto del

procesamiento, se generan almidones resistentes que producen un alto grado de inhibición sobre las enzimas  $\alpha$ -glucosidasas y sobre la actividad de las  $\alpha$ -amilasas, lo que ocasiona que la liberación de la glucosa sea muy lenta, produciendo un efecto positivo en pacientes con diabetes mellitus.

Los alimentos de origen vegetal en general tienen una alta actividad antioxidante, lo cual es beneficioso para la salud. La actividad antioxidante se atribuye principalmente a los compuestos fenólicos que contienen, pero también al contenido de vitamina C y  $\beta$ -carotenoides (35, 41-43).

La actividad antioxidante de los recursos amiláceos puede ser medida empleando los métodos de DPPH o el ABTS. En la batata, la medición de la actividad antioxidante por el método DPPH es alta (92% inhibición), y corresponde a los pigmentos y al contenido de  $\beta$ -caroteno, esta varía de acuerdo al color de la pulpa entre 3 al 53% (41). La correlación entre los métodos de medición de compuestos antioxidantes como el DPPH o el ABTS con los compuestos fenólicos es de cerca de 0,83 en la batata, y la correlación entre el método ABTS y los flavonoides totales también es alta en varias frutas tropicales y tubérculos (41). La actividad antioxidante en la pulpa de 19 variedades de batata de diferentes colores (blanco, crema, amarillo, anaranjado y morado), fue evaluada utilizando los métodos de ORAC, DPPH y ABTS, correlacionando los resultados obtenidos de los extractos hidrofílicos y lipofílicos con las concentraciones de compuestos fenólicos, y  $\beta$ -carotenos, llegando a la conclusión, que el contenido de fenoles totales es un indicador útil para medir la actividad antioxidante en la pulpa de batatas (44). Por lo tanto, cualquiera de esos métodos puede servir para el control de calidad o para seleccionar las variedades de batatas que tengan la mejor composición en compuestos fitoquímicos bioactivos, para utilizarlas como ingredientes funcionales en alimentos.

### **Conservación y procesamiento**

Uno de los factores que limita el uso de la batata, es la conservación, ya que los tubérculos se deterioran fácilmente, por lo que necesitan un almacenamiento adecuado y un procesamiento casi inmediato (14). Entre los constituyentes que afectan el uso se encuentra la alta humedad (60-80%), la cual ocasiona grandes pérdidas postcosecha, debido a que incrementa la contaminación microbiana de

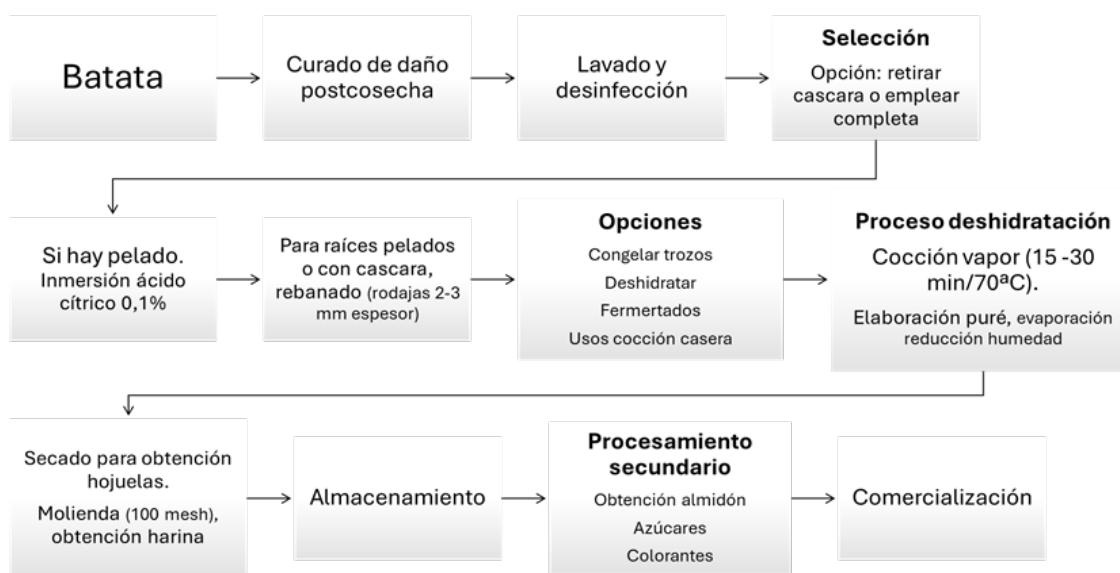
los tubérculos. También, son muy afectados por los cambios de temperatura, a temperaturas menores a 10°C pueden sufrir daños ocasionados por el frío, y también las altas temperaturas en los países cálidos y de alta humedad, producen pérdidas postcosecha que alcanzan niveles en un rango de 15 a 65%. La temperatura de almacenamiento ideal es alrededor de los 13°C. Temperaturas más altas disminuyen el contenido de almidón y los niveles de azúcar pueden aumentar, dependiendo de la variedad (22). La otra limitante es la forma y el tamaño heterogéneo, que hace difícil el procesamiento industrial con los equipos utilizados para otros vegetales como la papa o la yuca.

El procesamiento de la batata implica un proceso primario, almacenamiento y manejo del producto fresco y un proceso secundario para usar la batata como ingrediente en desarrollo de productos. Las diferentes etapas del proceso se presentan en el Diagrama 1. El curado es necesario para que cicatricen las heridas y daños ocurridos al tubérculo durante la cosecha, se forma un sello en las áreas dañadas, lo que permite un pre-almacenamiento por corto tiempo o para un proceso inmediato (14). El lavado de las raíces permite la eliminación de residuos del cultivo y la desinfección, previo a procesos más sencillos como el cortado y la cocción, la cual puede hacerse con o sin el pelado del tubérculo. En la

Figura 2 se observan los cambios que puede experimentar el color del tubérculo durante la cocción, ya sea horneada o sancochada, lo cual se ha relacionado con el incremento del contenido de β-carotenos en las variedades amarilla o anaranjada (28).

Posteriormente a la cocción, se pueden seguir otros procesos como la deshidratación para producir harinas o diferentes productos (12,14). En Latinoamérica y en muchos países de Asia y África, la preparación es con técnicas de cocción en el hogar, o con tecnologías artesanales, propias de cada región (11,21), pero su uso como ingrediente en la formulación de productos, alimentos listos para el consumo y bebidas se está incrementando a nivel mundial (22). El procesamiento básico a nivel artesanal o de comunidad, consiste en limpiar, lavar y pelar los tubérculos, previo a la reducción de tamaño por cortado en rodajas, o en cubos antes de la cocción. Los métodos de procesamiento más empleados incluyen horneado, tostado, asado, hervido, fritura, cocción en microondas, al vapor, a la parrilla (10). Otro método para preservar las raíces de batata implica la fermentación, lo cual origina atributos sensoriales particulares (22).

**Diagrama 1.** Procesamiento de la batata luego de la postcosecha.



Fuente: (13,14, 56).

El tipo de procesamiento puede afectar en forma adversa la composición de la batata con relación a su contenido de nutrientes y de compuestos funcionales. La preparación de harinas deshidratando la batata en forma cruda o cocida hasta un contenido de humedad menor a 10% es la forma más utilizada para procesarla y almacenarla. Estudios en harinas (humedad 5-6%) de variedades de batata de color crema y anaranjado, evidenciaron que todas las variedades tienen alto contenido de materia seca con un buen aporte de fibra, minerales y carbohidratos, un elevado poder antioxidante atribuido al contenido de  $\beta$ -carotenos y flavonoides y que la biodisponibilidad de los minerales Ca, Fe y Zn, era adecuada (45). Estudios realizados aplicando diversas condiciones de tratamiento térmico en harina de batata (46), evidenciaron que la concentración del  $\beta$ -caroteno se modificaba en función del tipo y tiempo de duración del proceso térmico, sin embargo no se veía afectada la bioaccesibilidad del mismo.

Diversas investigaciones (21) recomiendan el uso de harinas de batata en alimentos infantiles, productos de panadería e industrias molineras para combatir la deficiencia de micronutrientes y la inseguridad alimentaria (21).

La influencia del tipo de secado de la batata en las propiedades funcionales es importante, ya que a menudo ocasiona una reestructuración del almidón, lo cual altera las propiedades de la harina, tales como la pastosidad y la viscosidad. El proceso de secado es crucial, ya que tiene influencia sobre el contenido de micronutrientes y otros parámetros de calidad del producto (14). En un estudio donde se evaluó el efecto del secado (liofilización y aspersion) sobre la capacidad antioxidante en variedad de color morada se obtuvo una mayor capacidad antioxidante en la muestra liofilizada (36).

De los resultados de investigaciones empleando batatas moradas crudas, luego de cocción al vapor y posterior deshidratación (hasta 6% humedad), se encontró que la actividad antioxidante de la harina se incrementó por



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2.** Cambio de color por cocción en diversos tipos de batata.

el proceso de secado y que al incluir la harina como sustituto en otros productos esta actividad disminuía (36).

En trabajos realizados con harina de batata morada, se evidenció que por efecto del calentamiento de las mismas a 90 °C por 15-30 minutos, se obtenía la gelatinización parcial del almidón y se mantenían los niveles de antocianinas, y que al enfriar a 5°C/48 horas, se producía la retrogradación de los almidones (40). Fideos preparados con estas harinas de batata morada (parcialmente gelatinizadas y

retrogradadas) conservaron el contenido de fenoles totales y antocianinas.

Estudios realizados para evaluar las pérdidas de antioxidantes comparando la fritura a 70°C por diferentes tiempos (10 y 15 minutos), con la cocción en agua a 100°C por 10, 15 y 20 minutos y su efecto sobre el contenido de Vitaminas A, C y E, en variedad de batata anaranjada, demostraron que había mayor retención por la cocción en agua y diferencia significativa en el contenido de las vitaminas estudiadas, siendo mayores las pérdidas de las vitaminas A y C por el proceso de fritura (10). Otros experimentos que analizaron las pérdidas de  $\beta$ -caroteno en variedades de batata anaranjada, encontraron una retención del 92%, al cocinar batatas de tamaño mediano en agua hirviendo por 20 minutos en un recipiente tapado, y al hacer la cocción por 30 minutos en olla abierta, la retención fue de 88%. Cuando las batatas crudas fueron cortadas en rodajas y deshidratadas al sol hasta  $\leq 10\%$  de humedad se retuvo el 100% del trans- $\beta$ -caroteno (47). En general, los tratamientos térmicos afectan la retención de  $\beta$ -caroteno, dependiendo si es calor seco o húmedo, el tiempo del tratamiento y la temperatura (48). Un estudio realizado con variedades anaranjadas para evaluar el efecto del proceso en el contenido de  $\beta$ -carotenos, demostró que la cocción al vapor o por ebullición en agua retenía entre el 79% y el 81% del del  $\beta$ -caroteno, en comparación con las batatas fritas que retenían entre 63% al 68% (28).

Resultado de ensayos realizados en condiciones diferentes de tiempo y temperatura de horneado de snacks de batata (49), reflejan que a medida que la temperatura era más alta, se ejercía un efecto significativo en la textura del producto, siendo los productos más suaves que los horneados a menores temperaturas, con una actividad de agua reducida y cambios significativos en el color, observándose una reducción parcial de los compuestos bioactivos como el ácido ascórbico, compuestos fenólicos y carotenoides totales, permitiendo aún que los snacks conservaran sus propiedades nutricionales.

### **Desarrollo de nuevos productos**

El procesamiento de la batata promueve una mayor disponibilidad de la misma y además le aporta un valor agregado. Su valor nutricional, la presencia de polifenoles y compuestos antioxidantes en la batata, permite considerarlo como ingrediente en el desarrollo de alimentos nutritivos y funcionales (22).

El principal uso de la batata es en diversas formas, cocida, acaramelada, horneada, en purés infantiles y harina para preparar panes o pastas (libre de gluten), galletas y pasteles (22,50-51). Las harinas son productos intermedios que pueden ser modificadas (extruidas, gelatinizadas) para consumirlas como hojuelas o snack, papillas, bebidas (23), o para producir productos fermentados (22). Un grupo de investigadores desarrollaron una fórmula de bebida láctea fermentada a base de lactosuero y le incorporaron harina de batata hasta un 6% con muy buena aceptación sensorial (52). La aplicación de la batata en el desarrollo de alimentos funcionales ha permitido su incorporación en jugos, pastas, helados, chips, diversos snacks y otros productos alimenticios novedosos (15,23). En México se emplean en la elaboración de golosinas (cristalizados) y en guisos tradicionales. Se han desarrollado hojuelas fritas de batata de excelente calidad, con la variedad morada se han elaborado productos como jugos, cerveza y colorantes para alimentos (como aditivo) y aguardiente (*shochu*, tradicional en Japón) (53).

La batata puede utilizarse para fabricar productos como vino, butanol, ácido láctico, acetona y etanol (12,53). Como sustituto o extensor del trigo se le ha empleado hasta en un 40% en ponqués y 20% en panes (22,36), reportándose un alto contenido de antioxidantes en los productos que contenían pulpa de batata morada y mayor valor de energía, hierro y zinc, tanto en los productos que contenían la batata cruda como en los que se hicieron con harina de batata cocidas. Siendo un ingrediente prometedor para desarrollar productos con alto contenido calórico, especialmente para aliviar la malnutrición calórico-proteica y las deficiencias de zinc y de hierro en muchos países.

En harinas de variedades de batata cultivadas en Sri Lanka (54), se obtuvo que las mismas presentaban una alta capacidad de absorción de agua y aceite, por lo que estas harinas pudieran ser empleadas como sustituto parcial de la harina de arroz en la industria de alimentos.

Además de las ventajas económicas de incorporar la harina de batata en panificación también hay beneficios nutricionales, por ejemplo, al combinar pulpas de color amarillo y anaranjado se puede aportar  $\beta$ -carotenos y dar color a la preparación. El empleo de estas harinas también aporta azúcares como maltosa, sacarosa, fructosa, glucosa y algunos fructooligosacáridos que pueden favorecer el proceso de fermentación (22).

Dentro de los ejemplos del valor comercial de la batata se tienen alimentos tradicionales e ingredientes. El principal componente de la batata es el almidón, el cual es un ingrediente económico para producción de fideos, materiales termoplásticos, componente de productos médicos, farmacológicos y fuente de nutrientes en varios bioprocesos (22).

Harinas obtenidas de diversas variedades de batata cultivadas en la costa de Colombia presentaron buena estabilidad térmica y mecánica, por lo que fueron incorporadas en la formulación de productos alimenticios que requieren viscosidades estables (pastas), además, recomiendan incorporarlas en productos de panificación, confitería dura y alimentos para niños (55,56).

La batata es una gran fuente de oportunidades para la industria de alimentos y bebidas, principalmente en el desarrollo de alimentos saludables (57), así como otras aplicaciones industriales, incluyendo biotecnología y producción de bio combustible (22).

### Conclusiones

La batata es un tubérculo versátil con ventajas en su cultivo y procesamiento para el consumo como alimento energético, que además aporta algunos micronutrientes y fitoquímicos que son fuente potencial de compuestos saludables, siendo las variedades anaranjadas, amarilla y moradas las que tienen el mayor valor como ingredientes para la producción de alimentos funcionales a nivel industrial.

Del procesamiento de la batata se pueden obtener productos como pulpa, hojuelas, harinas, almidones y derivados, que pueden

incluirse como ingredientes en productos de panificación, sopas, jugos y productos de IV gama (productos vegetales procesados).

Es importante aplicar procesos que tengan el mínimo efecto en la pérdida de los componentes bioactivos, tanto en los procesos culinarios, como en procesos industriales.

El efecto de los componentes bioactivos de la batata en la salud ha demostrado su potencial como antioxidante, cardioprotector, antiinflamatorio, anticancerígeno, antidiabético, antimicrobiano, anti obesidad, anti hepatotóxico, anti genotóxico, como prebiótico y para la prevención de las deficiencias de algunas vitaminas como la A.

Se debe destacar que existen resultados positivos sobre *Ipomoea batatas* y su actividad anticancerígena, evaluada mediante ensayos "in vivo e in vitro". En humanos, aún faltan estudios de seguridad y eficacia que respalden su uso futuro y permitan el desarrollo de fármacos, así como investigaciones que evalúen el beneficio de los compuestos bioactivos en alimentos saludables.

### Referencias

1. Valverde-Reyes N, Pinedo-Taco R. Índice de sostenibilidad de la producción de camote (*Ipomoea batatas* Lam.): análisis multivariado. Trop. Subtrop. Agroeco. 2022; 25(3): 128. 10.56369/tsaes.4295.
2. Dos Santos F, Duarte L, Samborski, T, Dos Santos M, Furtado A, Severo J. Retenção de  $\beta$ -carotenoides em produtos alimentícios elaborados com batata doce biofortificada. XXVI Seminário de Iniciação Científica Unduji, Rio Grande do Sul, Brasil. 2018.
3. FAO. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome. FAO. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Chapter 2. Rome, Italy.
4. Torres A. Caracterización y cuantificación de compuestos bioactivos en *Ipomoea batatas* (L) Lam variedad morada y en un snack de camote. Tesis Maestría Ciencias Químicas. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 2016.
5. Vidal AR., Zaucedo-Zuñiga AL, Ramos-García ML. Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. Rev. Iberoamer. Tecnol. Postcosecha. 2018; 19 (2):132-146.
6. Mitra S, Mitra S, Tarafdar J. Antioxidant substances and phytonutrients in sweet potato tubers of different flesh colour. Ann. Phytomedicine. 2021; 10(2): 384-390. <http://doi.org/10.21276/ap.2021.10.2.51>
7. Mohanraj R, Sivasankar S. Sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) a valuable medicinal food: a review. J. Med. Food 2014; 17(7):733-741. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.2818>

8. Santos MN, Orsine J, Pereira A, Cañete R, Novaes M. Evaluación sensorial y físico-química de *Ipomoea batatas* enriquecidas con pro-vitamínicos in natura o procesada. J. Pharm. Pharmacogn. Res 2014; 2 (4):110-118. [https://doi.org/10.56499/jppres14.014\\_2.4.110](https://doi.org/10.56499/jppres14.014_2.4.110)
9. García-Méndez AD, Pérez-Darniz MY, García-Méndez AA, Madriz-Iztúriz PM. Caracterización postcosecha y composición química de la batata (*Ipomoea batatas* (L) Lamb.), variedad Topera. Agron Mesoam 2016; 27(2):287-300. <https://doi.org/10.15517/am.v27i2.21426>
10. Chukwu Ogbonnaya, Ndidiamaka G, Nwachukwu. Effects of cooking and frying on antioxidants present in sweet potatoes (*Ipomoea batatas*). Acad. Res. Int. 2012; 2:104 - 109.
11. Sawika B, Słupski J, T C, Paradowska K, Krochmal-Marczak B. Nutrition value of the sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivated in south - eastern Polish conditions. Int. J. Agric. Res. 2014; 4(4): 169-178.
12. Troung V, Avula R, Pecota K, Yencho G. Sweet potato Production, Processing, and Nutritional Quality. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing, Volume II, Second Edition. Edited by Muhammad Siddiq and Mark A. Uebersax. © 2018 John Wiley & Sons Ltd. Published 2018 by John Wiley & Sons Ltd.
13. Hazo H, Yirgalem A. Comparison of different sweet potato (*Ipomoea batatas* L) varieties in terms of nutritional value. J. Nutr. Food Sci. 2021; 11(6):1000047.
14. Vithu P, Dash SK, Rayaguru K. Post-harvest processing and utilization of sweet potato: A review. Food Rev. Int. 2019; 35 (8):726 - 762. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600540>
15. Alam MK. A comprehensive review of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. Trends Food Sci. Technol. 2021; 115: 512-529. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.001>
16. Wang S, Nie S, Zhu F. Chemical constituents and health effects of sweet potato. Food Res Int. 2016 Nov; 89 (Pt 1):90-116. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.08.032. Epub 2016 Aug 27. PMID: 28460992.
17. Laveriano-Santos EP, López-Yerena A, Jaime-Rodríguez C, González-Coria J, Lamuela-Raventós RM, Vallverdú-Queralt A, Romanyà J, Pérez M. Sweet potato is not simply an abundant food crop: A comprehensive review of its phytochemical constituents, biological activities, and the effects of processing. Antioxidants (Basel). 2022; 11(9), 1648. <https://doi.org/10.3390/antiox11091648>.
18. Ayeleso TB, Ramechela K, Mukwevho E. A review of therapeutic potentials of sweet potato: Pharmacological activities and influence of the cultivar. Trop. J. Pharm. Res. 2016; 15 (12): 2751-2761. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v15i12.31>
19. Otálora A, Valencia-Agresoth R, Lerma TA, Afanasjeva N, Palencia M. Sweet potato, batata or camote (*Ipomoea batatas*): Agronomic Aspects. J. Sci. Technol. Appl. 2024; 17: 100: 1-10. <https://doi.org/10.34294/j.jsta.24.17.100>
20. Bahado-Singh PS, Riley CK, Wheatley AO, Lowe HI. Relationship between processing method and the glycemic indices of ten sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars commonly consumed in Jamaica. J. Nutr. Metab. 2011; 584832. <https://doi.org/10.1155/2011/584832>
21. Anchundia MA, Pérez E, Torres F. Composición química, perfil de aminoácidos y contenido de vitaminas de harinas de batata tratadas térmicamente. Rev. Chil. Nutr. 2019; 46(2):137-143. <http://doi.org/10.4067/s0717-75182019000200137>.
22. Bach D, Bedin A, Lacerda L, Nogueira A, Demiatte I. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.): a versatile raw material for the food industry. Braz. Arch. Biol. Technol. 2021; 64. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2021200568>.
23. Techeira N, Sívori L, Perdomo B, Ramírez A, Sosa F. Caracterización físicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* Lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. Interciencia 2014; 39 (3): 191-197.
24. Katayama K, Kitahara K, Sakai T, Kai Y, Yoshinaga M. Resistant and digestible starch contents in sweet potato cultivars and lines. J App Glycoscience. 2011; 58(2): 53-59. [https://doi.org/10.5458/jag.jag.jag-2010\\_016](https://doi.org/10.5458/jag.jag.jag-2010_016)
25. Mahoudjro BD, Li X, Xiadodan L, Lei, S, Zheng, B, Zeng H. Resistant starch from sweet potatoes: Recent advancements and applications in the food sector. Int. J. Biol. Macromol. 2023; 225:13-26 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813022028938>.
26. Rodrigues de Albuquerque, TM, Sampaio KB, Leite de Souza E. Sweet potato roots: unrevealing an old food as a source of health promoting bioactive compounds- A review. Trends Food Sci. Technol. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.006>.
27. Mu TH, Zhan M. Sweet potato lipids. Sweet Potato 2019; 149-175. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813637-9.00006-5>
28. Bao B M, Fweja LW. Evaluation of the potential of freshly bred orange-fleshed sweet potato varieties in combating vitamin A deficiency. Tanzan. J. 2020; 46(1):1-8.
29. Dos Santos A, Lima JS, IF, Silva E, de Santana F, de Araujo D, dos Santos L. Mineral and centesimal composition evaluation of conventional and organic cultivars sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) using chemometric tools, Food Chem. 2019; (273):166-171.
30. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. 2013. <https://www.sennutricion.org/es/2013/05/14/tablas-de-composicin-de-alimentos-moreiras-et-al>.
31. Cartabiano L, Claudio & Porcu Ornella, de Francisco A. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) nutritional potential and social relevance: a review. Int. J. Eng. Res. App. 2020; 10. 23-40.
32. Oladebeye AO, Oshodi AA, Oladebeye AA. Physicochemical properties of starches of sweet potato (*Ipomea batata*) and red cocoyam (*Colocasia esculenta*) cornels. Pak. J. Nutr. 2009; 8(4):313-315.

33. Correa FE. Evaluación de la batata (*Ipomoea batata* L.) como posible materia prima en la elaboración de una dieta semi-elemental dirigida a niños con síndrome diarreico. Trabajo de Grado para Licenciado en Biología, Universidad Simón Bolívar. 1987
34. Musilová J, Bystricka, J, Arvay J, Hatangozo L. Polyphenols and phenolic acids in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) roots. Potravinárstvo Slovak J. Food Sci. 2017; 11(1) 82-87. <https://doi.org/10.5219/705>.
35. Sun H, Zhang P, Zhu Y, Lou Q, He S. Antioxidant and prebiotic activity of five peonidin-based anthocyanins extracted from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam). Sci. Rep. 2018; 8:5018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23397-0>
36. Curayag QAL, Dizon EI, Hurtada WA, Yildiz, F. Antioxidant activity, chemical and nutritional properties of raw and processed, purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). Cogent Food Agric 2019; 5(1). <http://doi.org/10.1080/23311932.2019.1662930>
37. Silva-Correa C, Hilario-Vargas J, Villerreal-LaTorre V, Calderon-Pena AA, Gonzalez-Siccha A, Aspajo-Villalaz A, Cruzado-Razco JL Potential anticancer activity of bioactive compounds from *Ipomoea batatas*. Pharmacogn. 2022; J. 14(3):650. <http://doi.org/10.5530/pj.2022.14.84>
38. Muchiri M, McCartney A. *In vitro* investigation of orange fleshed sweet potato prebiotic potential and its implication on human gut health. Funct. Foods Health Disease. 2017; 7. 833. [10.31989/ffhd.v7i10.361](https://doi.org/10.31989/ffhd.v7i10.361).
39. Liu M, Li X, Zhou S, Wang TTY, Zhou S, Yang K, Li Y, Tian J, Wang J. Dietary fiber isolated from sweet potato residues promotes a healthy gut microbiome profile. Food Funct. 2020;11(1):689-699. [10.1039/c9fo01009b](https://doi.org/10.1039/c9fo01009b).
40. Nurdjanah S, Nurdin S. U, Astuti S, Manik VE. Chemical components, antioxidant activity, and glycemic response values of purple sweet potato products. Int. J. Food Sci. 2022:7708172. <https://doi.org/10.1155/2022/7708172>
41. Rinaldo D. Carbohydrate and bioactive compounds composition of starchy tropical fruits and tubers, in relation to pre and postharvest conditions. A review. J. Food Sci. 2020; 85 (2):249-259. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15002>
42. Suchismita M, Surajit M, Tarafdar J. Antioxidant substances and phytonutrients in sweet potato tubers of different flesh colors. Ann. Phytomed. 2021; 10(2): 384-390. <http://doi.org/10.21276/ap.2021.10.2.51>
43. Xi-You L, Rong-Jiao L, Xin-YU M, Yun L, Xi Z, Wei-Xi L. Comparison of nutrients and antioxidant activities in sweet potatoes. J. Food Biochem. 2024; 6645155. <https://doi.org/10.1155/2024/6645155>
44. Teow C, Troung Van Den, McFeeters R, Thompson R, Pecota K, Yencho C. Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. Food Chem. 2007; 103 (1): 829-838. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.033>
45. Oloniyo RO, Omoba OS, Awolu, OO. Biochemical and antioxidant properties of cream and orange-fleshed sweet potato. Heliyon 2021; 7 (3): e06533. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06533>
46. Estévez-Santiago R, Trancoso-Reyes N, Ochoa-Martínez L, Fernández -Jalao I, Olmedilla-Alonso B. Harina de camote naranja: efecto del tratamiento con vapor y microondas durante tiempos variables sobre el contenido y bioaccesibilidad del b-caroteno. ALAN. 2015; 65 (suplemento 2):286.
47. Silungwe, H. Variation B-carotene content and physicochemical properties of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivars grown in Limpopo Province, South Africa. Tesis de Doctorado, Dpto Food Science and Technology, University of Venda, South Africa 2017.
48. Dos Santos TPR, Franco CML, do Carmo EL, Jane JL, Leonel M. Effect of spray-drying and extrusion on physicochemical characteristics of sweet potato starch. J. Food Sci. Technol. 2019; 56(1):376-383. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3498-y>
49. Caro-Hernández O, Aguilar-Palazuelos E, Gutiérrez Dorado R, Caro-Corrales J, Jacobo-Valenzuela N, Carrasco-Escalante M, et al. Analysis of physicochemical variables and bioactive compounds in baked sweet potato snacks. J Food Sci. 2024; 89 (12): 8569-8580. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17509>
50. Basurto FT, Martínez D, Rodríguez T, Evangelista Mendoza MV, Castro D, González JC, Vaylón Conocimiento actual del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en México. 2015; 8 (1): 30-34. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/635>
51. León-Mendez G, Pajaro-Castro N, Granados-Llamas CE, Bahoque Peña M.J. Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano pelipita (*Musa* spp) y de batata (*Ipomoea batatas*). Rev Chil Nutr. 2020; 47(3): 406-410.
52. Gavilanes LPI, Zambrano ZAM, Romero RCF, Moro PAM. Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. La Técnica. Rev. Agrociencias 2018; 19:47-60.
53. Andrade R, Torres R, Montes E, Pérez O, Acuña C, Narváez G. Obtención de aguardiente a partir de batata (*Ipomoea batatas*). Temas Agrarios 2009; 14(1):39-45, <https://doi.org/10.21897/rta.v14i1.1208>
54. Waidyarathna GR, Ekanayake S. Nutrient composition and functional properties: suitability of flour of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) for incorporation into food production. Int J Biol Chem Sci. 2021; (15) 3:897-908. <http://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i3.5>
55. Arrieta L, Jiménez K. Caracterización de cuatro variedades de batata (*Ipomoea batatas* Lam) cultivadas en la costa Caribe colombiana para su aplicación agroindustrial. Tesis grado Ing° Agroindustrial. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia. 2017

56. Guerra M. Desarrollo y evaluación de fórmulas a base materia prima nacional para utilizarla en la recuperación de niños con diarreas. Trabajo de ascenso para la Categoría de Titular. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. 1992
57. Grebla-Al-Zaben B, Babalau-Fuss V, Biris-Dorhoi S, Talos I, Tofana MA review of the composition and health benefits of sweet potato. Bol. Univ. Agr. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca. Food Sci. Technol. 2021; 78(1):1-10. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2020.0059>

Recibido: 14/02/2025  
Aceptado: 04/04/2025

## ***In memoriam*** **Dr. Eduardo Atalah Samur**

*Dr. Manuel Ruz , Dr. Fernando Carrasco , Dr. Rodrigo Valenzuela .*

En noviembre del año 2024 la comunidad científica de la Nutrición y Alimentación de Chile y América Latina perdió a uno de los más destacados profesionales del área, el Dr. Eduardo Atalah. Destacado Médico Cirujano, graduado en la Universidad de Chile en 1967, de especialidad Pediatría y Magíster en Salud Pública. Fue Profesor Titular del Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile entre 1975 y 2014, Director de esta unidad académica en los años 1991-2000. Fue también asesor de ministerios de salud de varios países de América Latina. Resulta un desafío mayor el tratar de relatar en pocas líneas su enorme contribución a la docencia, investigación y traducción a políticas públicas del conocimiento generado. Algunas son: director de 35 tesis de magíster en salud pública, nutrición y/o bioestadística; director de tres tesis de doctorado en nutrición y en salud pública; docente de pregrado para carreras de la salud en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile; autor de más de 130 publicaciones en revistas científicas con comité editorial; autor de más de 25 capítulos de libro; coeditor de 4 libros de Alimentación, Nutrición y Salud; miembro del Consejo Editorial de 5 revistas científicas de la disciplina; promotor y asesor de numerosas políticas de salud pública y nutrición en Chile y otros países del área a través de recurrentes consultorías en ministerios y otros organismos como UNICEF, OPS, PNUD, FAO, BID, entre otros. Su actividad también se extendió a las sociedades científicas, siendo presidente de la Rama de Nutrición de la Sociedad Chilena de Pediatría, presidente de la Sociedad Chilena de Nutrición en dos períodos y presidente de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición entre 2007 y 2009.

Si tratar de resumir su contribución a la formación de capital humano, generación de conocimiento y desarrollo de políticas públicas resulta un desafío mayor, más difícil aún es transmitir la contribución de su presencia en el día a día como una persona de una calidad humana superior, muy preocupado por el bienestar de las personas de su entorno y con quienes interactuaba, de una sonrisa siempre a flor de piel, y poseedor de un gran sentido del humor. Despedimos a través de estas líneas en nuestra revista Latinoamericana de Nutrición al científico, al profesor, al asesor, al tutor, al colega, pero por sobre todo al amigo, al ser humano especial que nos regaló su amable presencia en nuestro quehacer cotidiano.

---

Departamento de Nutrición,  
Facultad de Medicina,  
Universidad de Chile

