

**RESPYN**

**Revista  
Salud Pública  
y  
Nutrición**

**Volumen 23  
Número 4**

**Octubre – Diciembre 2024**

**ISSN: 1870-0160**



**FaSPyN**

Facultad de Salud Pública y Nutrición



**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

## Equipo editorial

### Editor Responsable

Dr. Luis Fernando Méndez López, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

### Editor Técnico

MGS. Alejandra Berenice Rocha Flores, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

### Editores de Sección

- Dra. Georgina Mayela Núñez Rocha, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Dr. Erik Ramirez López, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Dra. Aurora de Jesús Garza Juárez, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- MES. Clemente Carmen Gaitán Vigil, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

### Comité Científico

- Dr. Josep Antoni Tur Mari, Universidad de las Islas Baleares, España, Spain
- Dra. Ana María López Sobaler, Universidad Complutense de Madrid, Spain
- Dra. Liliana Guadalupe González Rodríguez, Universidad Complutense de Madrid, Spain
- Dr. Patricio Sebastián Oliva Moresco, Universidad del Bío Bío Chillán - Chile, Chile
- Dr. José Alex Leiva Caro, Universidad del Bío Bío, Chile
- Dr. Jesús Ancer Rodríguez, Universidad Autónoma de Nuevo León, México
- Dr. Edgar C. Jarillo Soto, Universidad Autónoma Metropolitana, México
- Dr. José Alberto Rivera Márquez, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México
- Dr. Francisco Domingo Vázquez Martínez, Universidad Veracruzana, México
- Dr. Noe Alfaro Alfaro, Universidad de Guadalajara, México
- Dra. Alicia Álvarez Aguirre, Universidad de Guanajuato, México
- Dr. Heberto Romeo Priego Álvarez, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México
- PhD Rosa Margarita Duran García, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México
- Dr. Fernando Guerrero Romero, Instituto Mexicano del Seguro Social, México

---

RESPYN, Revista Salud Pública y Nutrición, es una revista electrónica, con periodicidad trimestral, editada y publicada por la Universidad Autónoma de Nuevo León a través de la Facultad de Salud Pública y Nutrición. Domicilio de la Publicación: Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro, Monterrey, N.L., México CP 64460. Teléfono: (81) 13 40 48 90 y 8348 60 80 (en fax). E-mail: respyn.faspyn@uanl.mx, URL: <https://respyn.uanl.mx/>. Editor Responsable: Dr. Luis Fernando Méndez López. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2014-102111594800-203, de fecha 21 de octubre de 2014. ISSN 1870-0160 (<https://portal.issn.org/resource/ISSN/1870-0160>). Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: No. 1,183,059. Responsable de la última actualización de este número Dr. Luis Fernando Méndez López, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México.

## TABLA DE CONTENIDOS

### ARTÍCULO DE REVISIÓN

---

- Underutilized Mexican crop, runner bean (*Phaseolus coccineus*): a comprehensive review of nutritional and functional implications

**DOI:** <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-831>

Victor Andres Ayala Rodriguez, Jesús Alberto Vázquez Rodríguez, Vania Urías Orona, David Neder Suárez, Erick Heredia Olea, Carlos Abel Amaya Guerra.

- Edulcorantes no calóricos en exceso de peso: aplicación en matrices lácteas.

**DOI:** <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-827>

María Antonia Sanchez Londoño, Ana Rosa Ramos Polo

- Análisis de intervenciones para mejorar la adherencia al tratamiento y control de la presión arterial en el contexto latinoamericano

**DOI:** <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-821>

Ana Cristina García López, Elba Abril Valdez

### ENSAYO

---

- Alimentación sostenible para la salud: una visión de la nueva guía alimentaria de México

**DOI:** <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-802>

Luis David Jarquín Izaguirre, Elsa Gabriela Zelaya Méndez, Noé Humberto Paiz Gutiérrez, Gerson Fabricio Montoya Sánchez, Ariana Hernández Santana

## UNDERUTILIZED MEXICAN CROP, RUNNER BEAN (PHASEOLUS COCCINEUS): A COMPREHENSIVE REVIEW OF NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL IMPLICATIONS.

**Cultivo mexicano subutilizado, frijol corredor (Phaseolus coccineus): una revisión integral de sus implicaciones nutricionales y funcionales.**

**Ayala-Rodríguez Víctor Andrés<sup>1</sup>, Vázquez-Rodríguez Jesús Alberto<sup>2</sup>, Urías-Orona Vania<sup>2</sup>, Neder-Suárez David<sup>3</sup>, Heredia-Olea Erick<sup>4</sup>, Amaya-Guerra Carlos Abel<sup>1</sup>.**

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Alimentos, México. 2 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública y Nutrición, Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública, México. 3 Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Laboratorio de Alimentos, México. 4 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Centro de Biotecnología FEMSA, México.

### ABSTRACT

**Introduction:** The scarlet runner bean (*Phaseolus coccineus* L.), also known as the runner or ayocote bean, is one of five *Phaseolus* species domesticated in Mesoamerica. It holds considerable economic importance, ranking third after *P. vulgaris* and *P. lunatus*. Despite its relevance, research on its bioactive compounds and potential health benefits still needs to be conducted. **Objective:** This review explores the nutritional composition, anti-nutritional factors, and bioactive compound levels of *P. coccineus*, emphasizing their implications for consumer health. **Material and method:** A comprehensive literature review, following PRISMA 2020 guidelines, was conducted across electronic databases, identifying 163 relevant studies. After applying inclusion and exclusion criteria, 13 studies were selected for analysis. **Results:** These studies highlighted *P. coccineus* as a potential source of nutraceutical properties and innovative food products aimed at enhancing nutritional quality. The bioactive compounds, including antioxidants and peptides, suggest benefits in preventing chronic diseases and promoting food security. **Conclusion:** The Ayocote bean (*Phaseolus coccineus*) is an underutilized legume with notable nutraceutical potential, rich in bioactive compounds that support oxidative stress reduction, immune modulation, and cardiovascular health. Promoting its use benefits food security, rural economies, and germplasm preservation, highlighting its promise for functional foods and dietary supplementation.

**Key words:** *Phaseolus coccineus*, nutraceutical properties, incorporating pulses.

### RESUMEN

**Introducción:** El frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.), también conocido como frijol escarlata o corredor, es una de las cinco especies de *Phaseolus* domesticadas en Mesoamérica. Es de importancia económica, ocupando el tercer lugar después de *P. vulgaris* y *P. lunatus*. A pesar de su relevancia, la investigación sobre sus compuestos bioactivos y beneficios para la salud es limitada. **Objetivo:** Esta revisión explora la composición nutricional, los factores antinutricionales y los compuestos bioactivos de *P. coccineus*, con énfasis en sus implicaciones para la salud. **Material y Método:** Se realizó una revisión exhaustiva siguiendo las directrices PRISMA 2020, identificando 163 estudios en bases de datos electrónicas, de los cuales 13 cumplieron los criterios de inclusión para el análisis. **Resultados:** Los estudios destacan a *P. coccineus* como fuente de propiedades nutraceuticas y productos alimentarios innovadores que mejoran la calidad nutricional. Los compuestos bioactivos, como antioxidantes y péptidos, sugieren beneficios para la prevención de enfermedades crónicas y la seguridad alimentaria. **Conclusión:** Sin embargo, se requiere más investigación para comprender plenamente la composición de compuestos fenólicos, péptidos bioactivos y factores antinutricionales en *P. coccineus*, promoviendo su uso como alimento funcional y novedoso ingrediente dietético.

**Palabras clave:** *Phaseolus coccineus*, propiedades nutraceuticas, incorporación de leguminosas.

Correspondencia: Carlos Abel Amaya Guerra [carlos.amayagr@uanl.edu.mx](mailto:carlos.amayagr@uanl.edu.mx)

Recibido: 12 de octubre 2024, aceptado: 18 de diciembre 2024

©Autor2024



Citation: Ayala-Rodríguez V.A., Vázquez-Rodríguez J.A., Urías-Orona V., Neder-Suárez D., Heredia-Olea E., Amaya-Guerra C.A. (2024) Underutilized Mexican crop, runner bean (*Phaseolus coccineus*): A comprehensive review of nutritional and functional implications. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 23 (4), 1-14. <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-831>

### **Significance**

Beans are considered an important staple food in the Mexican diet. The runner bean is a significant source of nutrients and demonstrates functional potential. Additionally, it possesses characteristics suitable for large-scale cultivation, which could encourage its consumption. Despite this, it is not widely cultivated, and its commercial use remains highly limited. To address these challenges and opportunities, the development of raw materials and new food products derived from the runner bean could contribute to promoting the consumption of this legume, which possesses important functional properties.

### **Introduction**

The genus *Phaseolus* is widely cultivated and consumed across Africa, India, Mexico, as well as various countries in Central and South America. Presently, it is distributed across all five continents and constitutes a crucial element of many diets. In these regions, it is ingrained in the eating habits of the population, primarily consumed in its whole grain form (Chávez-Mendoza & Sánchez, 2017). The *Phaseolus* seeds are an essential part of the habitual diet of most of the world's population because it presents a considerable source of protein, complex carbohydrates and fiber. Moreover, they are acknowledged as the second protein source in East and Southeast Africa and rank as the fourth in America, and it comprises various wild and cultivated species, including the common bean (*P. vulgaris*), lima bean (*P. lunatus*), tepary bean (*P. acutifolius*), perennial bean (*P. polyanthus*), and runner bean (*P. coccineus*) (Hernández-Delgado et al., 2015). Furthermore, its world production is 27 million tons annually, with a harvest area of more than 34 million hectares (FAOSTAT, 2020).

Different types of legumes are cultivated worldwide, exhibiting diverse shapes and sizes. Beans of the genus *Phaseolus* are pulse crops relevant to human and animal consumption. The common bean (*Phaseolus vulgaris*) is the most important species worldwide, followed by the lima bean (*Phaseolus lunatus*), while the runner bean or scarlet runner bean (*Phaseolus coccineus*), commonly known as ayocote bean, is the third most significant. The common and runner bean crops were domesticated independently within two centers of diversity. This gave rise to two gene pools, Mesoamerican and Andean, with diverse characteristics because of their reproductive and

geographic isolation (Sinkovič et al., 2019). *Phaseolus coccineus* plants are long-day climbing vines, ideal for the summer months and typically exhibit vigorous growth, varying from indeterminate to determinate depending on the variety. While the plants may be damaged by frost at low temperatures, their underground tap roots can survive and regenerate once temperatures increase. Immature pods, green seeds, and mature dry seeds are commonly consumed. The tuberous roots can also be utilized, but caution should be exercised as they may be toxic (Kalloo, 1993).

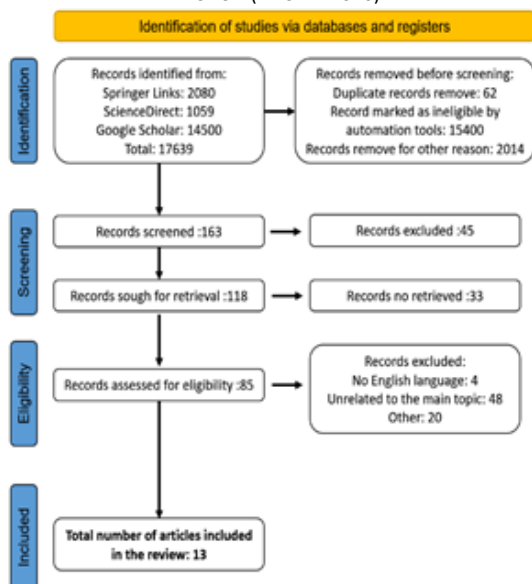
*Phaseolus* seeds are a fundamental part of the human diet, though only a few species are widely commercialized, leaving opportunities to explore varieties that offer health benefits beyond essential nutrition. One such species is the runner bean (*Phaseolus coccineus*), particularly the purple variety, which is noted for its high content of bioactive compounds, including flavonoids (Alvarado-López et al., 2019). These compounds have been associated with potential health benefits, such as lowering cholesterol and improving glucose tolerance, due to their anti-inflammatory and antioxidant activities, thereby enhancing nutritional status (Mullins & Arjmandi, 2021). Despite its promising functional profile, there is limited evidence regarding the concentration of phenolic compounds, bioactive peptides, and anti-nutritional factors in *P. coccineus*. Given its nutritional and social significance, further research is required to identify bioactive substances that could play a role in preventing chronic degenerative diseases through their nutraceutical properties. This review aims to summarize the current evidence regarding the nutritional composition and the content of bioactive compounds in the runner bean, evaluating its potential health benefits and supporting its use as a functional food and novel dietary ingredient.

### **Material and method**

A comprehensive search was conducted according to the PRISMA 2020 statement (Page et al., 2021) across the electronic databases ScienceDirect, Springer Link, and Google Scholar from inception through 2025. The identification and selection of relevant studies were based on specific keywords, including "benefits," "health," "compounds," "functional," "nutrition," "novel food," and "application." The inclusion criteria consisted of: (1)

studies published in English; (2) relevance to the primary research subject; and (3) availability to digital access. Exclusion criteria encompassed: (1) irrelevance to the main topic; (2) failure to address the research subject; and (3) records such as dissertations, encyclopedias, book chapters, book reviews, mini-reviews, short communications, conference abstracts, conference papers, protocols, reference work entries, theses, or literature reviews (Figure 1). To ensure alignment with the study's focus, all titles and abstracts were reviewed, and those meeting the inclusion criteria were fully analyzed. Additionally, reference lists of retrieved articles were manually screened for further eligible studies.

Figure 1. Flowchart on the stages of including the studies in the review (PRISMA 2020)



Source: Own elaboration

## Results

A total of 163 records were initially identified as relevant to the review's objective. Of these, 45 were excluded for not fulfilling the inclusion criteria, and 33 could not be accessed for online retrieval. Furthermore, 72 records were excluded as they either needed to align with the review's primary focus, were not in English, or met the exclusion criteria. The remaining articles were carefully evaluated to ensure they met the abovementioned criteria. Ultimately, 13 articles were included for analysis (Table 1), with 6 addressing nutraceutical properties and 7 focusing on

innovative food products incorporating *P. coccineus* as a novel ingredient to enhance nutritional quality.

Table 1. Compilation of nutraceutical properties and innovative food products enhanced by incorporating *Phaseolus coccineus* as a novel ingredient.

Study done by	Variety	Sample characteristic	Type of study (tests experiments)	Key findings
(Hasanakiou et al., 2024)	Runner bean ( <i>P. coccineus</i> L.) variety Bonela	Trypsin inhibitors extraction by different methods	<i>In vitro</i> (Trypsin inhibitor activity assay)	Ultrasonic-assisted extraction maximize trypsin inhibitor content and activity
(Teniente-Martínez et al., 2022)	Ayocote bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> ) black and purple	Peptides obtained from protein isolates	<i>In vitro</i> MDA cells (origin: breast; histopathology: adenocarcinoma of the breast)	Antihypertensive, antioxidant and antiproliferative activities
(Aquino-Bolaños et al., 2021)	Scarlet runner bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> )	Ethanollic extract	<i>In vitro</i> (DPPH and FRAP assay)	Antioxidant activity
(Teniente-Martínez et al., 2019)	Ayocote bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> ) black and purple	Protein fractions obtained from protein isolates	<i>In vivo</i> and <i>In vitro</i> Adult male CD1+ mice and SiHa cells (origin: uterus; histopathology: squamous cell carcinoma)	Cytotoxic, genotoxic and anticancer activity
(Pan & Ng, 2015)	Albanous Bailey ( <i>Phaseolus coccineus</i> L.)	Isolated a dimeric glucosamine binding lectin	<i>In vitro</i> (Breast cancer MCF-7 cells, hepatocellular carcinoma HepG2 cells and nasopharyngeal carcinoma CNE1 cells)	Anti-oxidative, anti-proliferative and cytokine-inducing activities
(Chen et al., 2009)	<i>Phaseolus coccineus</i> L. ( <i>P. multiflorus</i> Willd.)	Sialic acid-specific lectin isolated	<i>In vitro</i> L929 cells and rabbit red blood cells	Antineoplastic and antifungal activities
<b>Innovative food products with improved nutrition incorporating <i>Phaseolus coccineus</i> as a novel ingredient</b>				
(Bosmalí et al., 2025)	<i>Phaseolus coccineus</i>	Raw and roasted beans	Substitution with flours at 20 and 30% (flour basis) in breadmaking	Reduced glucose release responses compared to wheat flour bread
(Pedralli et al., 2022)	Bianco di Spagna ( <i>Phaseolus coccineus</i> )	Biscuits made from "Copafam" bean flour	<i>In vitro</i> Replacing wheat flour with 25% and 50% biscuit (control sample)	Higher dietary fiber, polyphenol, flavonoid, and anthocyanin content than in a conventional wheat flour
(Espínosa-Ramírez et al., 2022)	Ayocote bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> )	Raw and germinated flour	Substitute 10%, 20% and 30% of wheat flour in breadmaking	Improves the nutritional properties of bread (protein, minerals, and fiber) and increases limiting amino acid score by 70%
(Mariscal-Moreno et al., 2021)	Ayocote bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> )	Raw flour	Wheat bread. Partial substitute (10%, 20% and 30%) for wheat flour in breadmaking	Bread containing ayocote beans showed higher values for protein, crude fiber, and ash compared to the control bread
(Corzo-Ríos et al., 2020)	Two varieties of the scarlet runner bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> L.)	Raw and cooked	Comparing the effects of thermal treatment on chemical composition and nutritional quality, and identifying the non-nutritional compounds present	Greater concentrations of total phenolic compounds and increased dietary fiber content. After cooking, a 95-100% decrease in non-nutritional compounds
(Sánchez-Villa et al., 2020)	Scarlet runner bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> L.)	Isolated proteins	Fortified masa with 5% and 10% of proteins isolated from scarlet runner bean	Increased protein content by 20% and 37% in comparison with maize tortilla, without modifying the rheological and textural characteristics of the masa and tortilla
(ShuMei et al., 2019)	<i>Phaseolus coccineus</i>	Flavonoid extract	Effect of commonly used preservatives <i>In vitro</i> (DPPH assay)	Food additives (benzoic acid, sorbic acid and sodium chlorate) enhanced the antioxidant activity of flavonoids

Source: Own elaboration

## Agronomic significance of *Phaseolus coccineus*

Pulses are a rich source of protein, complex carbohydrates, fiber, vitamins, minerals, and phytochemicals. Due to their high lysine and folate levels, many people worldwide rely on pulses alongside cereals as a primary source of protein. Combining pulses with cereals in composite flour enhances their nutritional value. Notably, pulses and cereal grains share comparable levels of total carbohydrates, fats, niacin, riboflavin, thiamine, and pyridoxine.

Globally, there are around 150 recognized bean species. In Mexico exclusively, there are roughly 65 varieties, with 52 falling under the genus *Phaseolus*, and 31 species are native to the region (Romero-Arenas et al., 2013). The *Phaseolus* genus is a significant crop because of its high protein content ranging from 20 to 50% and carbohydrate content ranging from 50 to 65%. Among legumes, *Phaseolus coccineus* holds particular significance because it can be grown without fertilization, thrives in low temperatures, and withstands water stress. The wild forms of the runner bean (*P. coccineus*) can be found across the area stretching from Chihuahua in Mexico to Panama. Limited archaeological evidence also suggests that this region served as the original center of origin for *P. coccineus*. Additionally, all plant parts, including flowers, seeds, pods, and foliage, are usable (González-Cruz et al., 2022). The runner bean is a perennial species that can live up to 10 years, although outside of Central America and Mexico, it is grown annually since it cannot survive frost. It is native to Mexico, Guatemala, and Honduras, and the wild forms are probably not all ancestral. In Mexico and Central America, the most remarkable diversity of *P. vulgaris* and *P. coccineus* is conserved as part of traditional cultivation, backyard, and forest systems (Rodríguez et al., 2013).

#### Nutritional composition

Regarding nutrition, pulses play a crucial role as a significant protein source, even though they may lack sufficient sulfur-containing amino acids and tryptophan. However, pulses contain higher lysine, arginine, glutamic acid, and aspartic acid than cereal grains. *Phaseolus coccineus* beans predominantly contain carbohydrates and proteins, positioning them as a well-known protein source in developing nations. Additionally, they are rich in dietary fiber, and contain modest amounts of lipids (Table 2). In addition to their well-established nutritional advantages, studies have linked the consumption of pulses to potential protective or therapeutic effects on chronic health conditions, including cardiovascular diseases, diabetes, cancer, overweight and obesity (Ansari et al., 2023; Marinangeli & Jones, 2011).

Table 2. Nutritional composition of dry and raw seeds by *Phaseolus* species

Composition (g/100g)	<i>Phaseolus</i> species		
	<i>P. coccineus</i>	<i>P. lunatus</i>	<i>P. vulgaris</i>
Moisture	11.2	9.62	10.16
Ashes	4.27	3.48	3.78
Lipids	1.87	1.6	2.22
Protein	17.28	19.68	20.48
Carbohydrates	65.39	65.62	62.57
Fiber	4.18	5.21	5.02

Adapted from: Alcázar-Valle et al. (2021).

Protein levels and amino acid composition vary due to factors such as variety, germination, environmental conditions, and fertilizer application. Pulses have protein levels nearly double those found in cereals. These pulse proteins are divided into two primary fractions: albumin and globulin. The predominant storage proteins in pulse seeds are globulins, making up 35–72% of the total protein, while albumins constitute the remaining protein fraction (Shevkani et al., 2019). Globulin proteins contain higher levels of glutamine, aspartic acid, arginine, and lysine. Conversely, albumins typically play a physiological role in smaller quantities than globulins, comprising only 15–25% of the total seed protein (Luna-Vital et al., 2015). Albumins contain elevated cystine, methionine, and lysine levels compared to the globulin fractions. Globulins possess a densely packed, rigid structure attributed to the presence of disulfide bonds and hydrophobic interactions. Among the four primary protein classes in pulses, albumins stand out for their ability to dissolve in water (Singh, 2017).

#### Bioactive compounds

Bioactive compounds in plants are diverse; their presence depends on environmental conditions. Most of them are generated through the secondary metabolism of plants, and their function is mainly as a reserve, defense or interaction with other plants, microorganisms and insects. The synthesis of these compounds is influenced by geographic location, climatic, genetic factors, and interaction with other species. Therefore, it is essential to maintain biodiversity in crops to ensure permanent access to them. These compounds differ in chemical nature; they have different molecular weights, polarity, solubility, bioavailability, metabolic pathways, and excretion. This will affect the distribution and

concentrations of each compound at the target sites (Yeshi et al., 2022).

Phenolic compounds of pulses play a role in the overall antioxidant effects, counteracting free radicals, binding to metal catalysts, triggering antioxidant enzyme activity, and hindering oxidases. The seed coat and cotyledons in *Phaseolus* seeds exhibit distinct polyphenol compositions, flavonoid levels, and antioxidant activities (Table 3). Notably, the seed coat displays a higher average content of these compounds than the cotyledons. As a result, there is growing attention on utilizing the seed coat as a valuable dietary supplement and for applications within the processed food sector (Capistrán-Carabarin et al., 2019). Currently, scientific evidence exists regarding the advantageous effects on health derived from *Phaseolus* bean consumption. For instance, certain organic acids act as surfactants for other molecules, while polyphenols can enhance saponin's water solubility. In turn, this augmentation facilitates the transmembrane conveyance of therapeutic molecules (Zhao et al., 2020). Flavonoids and saponins contained in black beans (*Phaseolus vulgaris*) may diminish cholesterol absorption by impeding the micellar solubility of cholesterol (Chávez-Santoscoy et al., 2013). Conversely,  $\beta$ -carotene heightens the bioavailability of lycopene within human plasma, and quercetin-3-glucoside curtails the absorption of anthocyanins. Consequently, it is advisable to combine the consumption of pulses and vegetables to support synergistic effects that could potentially amplify beneficial attributes. However, it is worth noting that antagonistic interactions could also emerge (Chávez-Santoscoy et al., 2013).

Table 3. Content of phenols, flavonoids, anthocyanins and in vitro antioxidant activity of dry and raw seeds of *Phaseolus* species

	<i>Phaseolus</i> species	
	<i>P. coccineus</i>	<i>P. vulgaris</i>
<b>Seed Coat</b>		
Total		
Polyphenols <sup>1</sup>	152.4	81.7
Flavonoids <sup>2</sup>	22	10.6
Anthocyanins <sup>3</sup>	0.15	5.12
Antioxidant activity <sup>4</sup>	1169.4	874.2
<b>Cotyledons</b>		
Total		
Polyphenols <sup>1</sup>	2.41	1.86
Flavonoids <sup>2</sup>	0.3	0.3
Antioxidant activity <sup>4</sup>	8.11	7.41

<sup>1</sup>mg gallic acid equivalents per gram of dry sample; <sup>2</sup>mg catechin equivalents per gram of dry sample; <sup>3</sup>mg of cyanidin-3-glucoside per gram of dry sample; <sup>4</sup>micromoles of Trolox equivalents per gram of dry sample. Adapted from: Capistrán-Carabarin et al. (2019).

The coloration of bean seeds arises from the presence and concentration of various compounds such as flavonols (predominantly kaempferol and quercetin), glycosides, anthocyanins, condensed tannins (proanthocyanidins), and phenolic acids (including ferulic, synaptic, chlorogenic, and hydroxycinnamic acids). Notably, the highest proportions of these constituents are observed in beans with purple, black, and brown hues (Alcázar-Valle et al., 2020). Alvarado-López et al., (2019) evaluated the total phenolic content in four runner bean seeds varieties. They significantly exhibited variations across the different cultivars, with the decreasing order being purple, followed by black, brown and finally white (Table 4). Previous comparative analyses on diverse runner bean types have generally shown that white beans tend to have lower total phenolic content compared to certain colored beans. Discrepancies in total phenolic content among studies of beans can be attributed to factors such as genetics, farming practices, harvest maturity, storage conditions, and the solvents employed during extraction (Orak et al., 2016).



Table 4. Total phenolic content, total flavonoids and total anthocyanins for four varieties of *Phaseolus coccineus*

	Variety			
	Purple	Black	Brown	White
Total phenolics <sup>1</sup> (mgGAE/kg)	2075.91	1732.24	1561.25	1292.24
Total flavonoids <sup>2</sup> (mgQE/kg)	1612.96	1501.3	1248.75	1084.51
Total anthocyanins <sup>3</sup> (mgCGE/kg)	1193.27	1082.21	278.92	2.2

<sup>1</sup>Expressed as milligram of gallic acid equivalent/kg (mg GAE/kg);

<sup>2</sup>expressed as milligram of quercetin equivalent/kg (mgQE/kg);

<sup>3</sup>expressed as mg of cyanidin-3 glucoside equivalents/kg (mg CGE/kg).

Adapted from: Alvarado-López *et al.*, (2019).

The runner bean is a rich source of vegetable protein. It can be used to supplement the deficiency of different cereals, due to its content of essential amino acids (lysine, arginine, glutamic acid, and aspartic acidamides), fiber, vitamins and minerals such as iron, potassium, magnesium and zinc, among others. It is even considered as one of the primary sources of phenolic acids (hydroxybenzoic and hydroxycinnamic acids), flavonoids (flavonols, flavones, dihydroflavonols, flavanones, isoflavones and isoflavonones), lignans and other polar compounds with possible health benefits such as slowing the development of cancerous tumors and contribute antibacterial, antiviral, antispasmodic and anti-inflammatory properties (Aquino-Bolaños *et al.*, 2021).

The anticancer activity of beans is mainly related to the presence of high amounts of resistant starch, soluble and insoluble dietary fiber, and phenolic compounds, which suggests that their regular consumption may reduce the risk of breast, colon, and of prostate. Likewise, it has been reported that due to its high fiber content it could help control diabetes by reducing the generation of insulin and glucose levels that enter the bloodstream. In addition, patients who have non-insulin-dependent diabetes can prevent the need for insulin by consuming beans in their regular diet (Jaiswal, 2020).

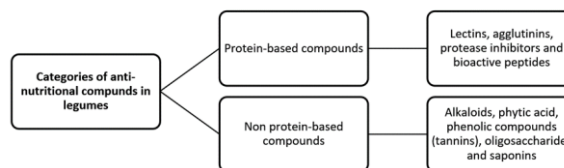
It has been shown that phenolic components have nutraceutical potential in some common bean species (*P. vulgaris*) and varieties of *P. coccineus* and *P. lunatus*. In addition, there is evidence that native bean species are essential because they contain

critical nutritional components for food security and supplementation (e.g., predominant free amino acid content in beans, arginine, aspartic acid, asparagine, glutamic acid, and leucine). These, in addition to playing a key role in structural and physiological functions, are important metabolite precursors, and can also act as antioxidants, which could help reduce oxidative stress, such as tryptophan, phenylalanine, isoleucine or proline (Alcázar-Valle *et al.*, 2021).

#### Anti-nutritional factors

Anti-nutritional factors refer to compounds commonly found in food items that can harm to humans or interfere with nutrient absorption in the body. These factors exist in various foods in different quantities, depending on the type of food. Many plants and vegetables contain anti-nutrients such as oxalate and phytate and toxic substances like cyanide, nitrate and phenols (Figure 2). These anti-nutrients can negatively impact the absorption of essential nutrients and micronutrients in the body. Nevertheless, some anti-nutrients may have beneficial health effects when present in small amounts (Thakur *et al.*, 2019).

Figure 2. The anti-nutritional factors can be categorized into two primary groups.



Source: Own elaboration

While pulses have a valuable nutritional content, specific individuals decline their consumption due to anti-nutritional elements. Major anti-nutritional factors include phytic acid, lectins, enzyme inhibitors (trypsin, chymotrypsin and amylase), saponins, oligosaccharides, and tannins. For an extended period, these substances have been recognized for their negative physiological impacts on nutrition and health. At certain levels of concentration, they have the potential to impair the digestibility of proteins and carbohydrates and can even turn toxic at significantly elevated concentration. The effects of consuming these substances can be either beneficial or detrimental, contingent upon the quantity ingested. Some of these compounds have exhibited pharmacological effects in studies involving both cell cultures and animal experiments (Boye *et al.*,

2010; Lacaille-Dubois & Melzig, 2016). Several advantageous attributes associated with anti-nutritional substances include properties like chemoprevention, inhibition of cell growth, prevention of mutations, antioxidation, cholesterol reduction, blood sugar regulation, blood pressure control, and prevention of blood clotting. These substances are collectively referred to as bioactive compounds and are known to mitigate the risk of various diseases, including chronic conditions like cardiovascular disorders (Sánchez-Arteaga et al., 2015; Singh et al., 2017).

Trypsin inhibitors, phytates, and  $\alpha$ -galactooligosaccharides can reduce nutrient bioavailability and cause digestive issues. Trypsin inhibitors block the enzyme trypsin, preventing protein breakdown and amino acid absorption, while phytates chelate essential minerals like zinc, iron, calcium, and magnesium, reducing their absorption.  $\alpha$ -Galactooligosaccharides are not broken down in the human gut due to the absence of the enzyme  $\alpha$ -galactosidase, leading to gut microbiota ferment, which produces gases and causes bloating and flatulence. Removing these components improves the nutritional quality of beans (Njoumi et al., 2019). However, earlier research has revealed a positive correlation between lectins originating from the genus *Phaseolus* and antioxidant activity, as demonstrated by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay (Alcázar-Valle et al., 2020). Hence, inferring a link between lectins and antioxidant functionality is plausible, which might contribute to mitigating certain inflammation-associated disorders. This suggests a high potential to be used for these lectins to serve as valuable constituents for nutraceutical preparations, given their chemical composition and the potential they hold for fostering biological activities that could be harnessed in product development.

From an anti-nutritional perspective, the insufficient protein digestibility in *Phaseolus* beans poses a significant nutritional challenge. This fact is frequently linked to trypsin inhibitors, which lower protein effectiveness, decrease food assimilation, and may trigger occupational allergies (Alcázar-Valle et al., 2020). Studies have shown that *Phaseolus* proteins are not easily broken down (hydrolyzed), which may contribute to their

allergenic potential. Processing techniques can alter or denature certain proteins responsible for causing allergic reactions. Additionally, when heat and enzymatic hydrolysis are combined to produce protein hydrolysates, the allergenic potential of the protein is reduced. Nevertheless, the safety of these hydrolysates depends on the extent of hydrolysis and the presence of allergenic fragments within the protein hydrolysate (Mojica et al., 2017).

#### Lectins

Initial research on lectins derived from different types of runner beans revealed that the lectin found in *Phaseolus coccineus* specifically binds to N-acetyl-D-galactosamine (Nowaková & Kocourek, 1974). Subsequent investigations in 1978 uncovered that the lectin extracted from runner beans is structured as a tetramer consisting of four similar subunits, each with a weight of around 30 kDa. This lectin contains 20% glucosamine and 8% sugar, and its biological function depends on the presence of  $\text{Ca}^{+2}$  and  $\text{Mg}^{+2}$  ions. N-acetylgalactosamine, conalbumin, and ovalbumin block it. Moreover, it induces the agglutination of erythrocytes without showing any specific binding to antigens and does not stimulate the proliferation of human peripheral lymphocytes (Ochoa & Kristiansen, 1978).

Numerous studies have indicated that lectins' structural and biological attributes are influenced by the variety of the plant and its cultivation location. Hemagglutination activity appears to be affected by the metallic ions found in the lectin and other factors such as species, variety, and cultivation locations. For instance, in lectins extracted from *Phaseolus coccineus* grown in China, the presence or absence of metallic ions does not affect hemagglutination activity, whereas in lectins extracted from *Phaseolus coccineus* originating from Oaxaca, there is a correlation between the presence of metallic ions and hemagglutination activity (Chen et al., 2009; Feria et al., 1996).

#### Strategies for reduction anti-nutritional compounds

Anti-nutritional factors are chemical compounds produced in natural food and/or feedstuffs through the normal metabolism of species and various mechanisms that have effects that oppose optimal nutrition. Eliminating or minimizing anti-nutritional factors is crucial to enhancing the nutritional value and efficient utilization of legume grains by the population. Therefore, it is imperative to develop

processing techniques to ensure their optimal utilization.

The anti-nutritional compounds found in pulses typically diminish their palatability and hinder protein digestibility and mineral bioavailability, consequently limiting their biological value and acceptance in the diet. Therefore, it is essential to process pulses adequately before consumption. Most of these compounds are concentrated in the seed coat and heat-sensitive. Various methods can significantly reduce their levels, including milling, cooking, germination, fermentation and heat processing (Salim et al., 2023). These techniques not only enhance nutrient bioavailability by deactivating anti-nutritional compounds but also improve pulses flavor and overall acceptability. Selecting the appropriate methods for removing or reducing these compounds necessitates understanding their chemical structure, distribution within seed fractions, biological effects, heat sensitivity, and water solubility. Typical methods employed to reduce or eliminate anti-nutritional compounds in pulses include heating, extrusion cooking, milling, dehulling, soaking, sprouting, fermentation, and cooking (Kumar et al., 2022).

While the effects of conventional processing methods on the levels of anti-nutritional factors (like phytate, protein inhibitors, phenolics, tannins, lectins, saponins, among others) have been extensively studied (Patterson et al., 2017), there is a need for novel methods to eliminate these factors. Despite pulses being used in various indigenous products, their functional attributes and potential health benefits have not been fully explored (N. Singh, 2017).

#### Phaseolus coccineus a source of biologically active peptides

New scientific findings propose that food proteins not only function as essential nutrients but also have the ability to regulate the body's physiological processes. Since the initial publication of the definition of bioactive peptides, there has been ongoing progress in enhancing understanding of these molecules. Research on peptides derived from food has continuously advanced since 1995 when defined bioactive peptides as inactive fragments within protein sequences that exhibit their bioactivity after enzymatic release and interaction with the

appropriate receptors in the body. The bioactivity of these peptides encompasses the regulation of various bodily functions, such as antioxidative, antibacterial, immunomodulating, and antithrombotic properties, the reduction of blood pressure, the reduction of blood glucose levels, and cholesterol and displaying, mineral binding functions among others (S. Li et al., 2019). The main control of these physiological functions is carried out by certain peptides that are encoded within the original protein sequences.

Multiple studies suggest that the protein and peptides found in *P. coccineus* possess significant nutraceutical potential due to their antioxidant, anticancer, antifungal, and antibacterial properties. Phaseolus plants are known to synthesize a variety of antifungal proteins and peptides, making them a focal point of research due to the abundance of biologically active compounds they produce (González-Cruz et al., 2022). These antifungal proteins and peptides have been isolated from various leguminous species. Ngai & Ng, (2005), isolated and purified an antifungal protein with an N-terminal sequence from small scarlet runner beans (*P. coccineus*) seeds, appoint as phaseococcin. This protein exhibited a molecular mass of 5422 Da determined by mass spectrometry, displays a wide range of functions, including antimicrobial, antiproliferative, and inhibition activities, which resembles a defensin. It inhibits the growth of mycelium in various fungi, as well as the proliferation of several *Bacillus* species and leukemia cell lines HL60 and L1210. Additionally, it suppresses the activity of HIV-1 reverse transcriptase.

The Phaseolus genus contains significant amounts of lectins, which are carbohydrate-binding proteins of non-immune origin commonly found in legumes. Moreover, they exhibit various significant biological activities, including antineoplastic, immunomodulatory, and antifungal properties. A sialic acid-specific lectin obtained from Phaseolus coccineus seeds was isolated and analyzed by Chen et al., (2009). This lectin, a 56 kDa dimer (comprising subunits weighing 29831 Da each), is a non-metalloprotein. Its N-terminal sequence, consisting of 23 amino acids, exhibited notable antifungal activity against certain plant pathogenic fungi (*C. albicans*, *P. italicum*), and inhibited the growth of *H. maydis*, *Rhizoctonia solani*, *G.*

sanbinetti, and *S. sclerotiorum*. Additionally, experiments assessing cytotoxicity showed that the lectin exhibited significant toxicity towards L929 cells, inducing apoptosis in a dose-dependent manner.

The runner bean (*Phaseolus coccineus*) shows potential for nutraceutical applications due to its high protein content (around 30%). Teniente-Martínez et al., (2019) investigated the genotoxic and cytotoxic effects of protein isolates and peptides from black and purple runner bean varieties. Using a simulated gastrointestinal digestion process with pancreatin and trypsin, they evaluated the anticancer activity of protein fractions. Results indicated that molecular mass influences their effects on cancer cells, with a synergistic increase in cytotoxicity when combined with daunorubicin. Protein isolates from both varieties also showed moderate genotoxic effects and inhibitory effects against SiHa cancer cells.

On the other hand, Teniente-Martínez et al., (2022) were investigated to establish a potential correlation between the antihypertensive, antioxidant, and anticancer activities against MDA breast cancer cells of peptides extracted from two different runner bean types: black and purple varieties. They aimed to identify potentially beneficial peptides derived from the protein isolate of runner beans. They have subjected the isolate to a simulated gastrointestinal digestion process, mimicking the natural breakdown during digestion. This simulated process utilized proteinases sourced from animal tissues, namely pancreatin and trypsin obtaining peptides similar to those generated through physiological digestion. It was observed that all peptides demonstrated antihypertensive effects. There was a notable increase in antioxidant activity, with the peptides sourced from the purple bean hydrolysate showing an average 1.7 times higher activity compared to those from the black bean hydrolysate. Moreover, peptides obtained from both purple and black bean hydrolysates exhibited a certain degree of inhibition on MDA cell proliferation. These peptides from both types of bean hydrolysates display suitable antihypertensive, antioxidant, and antiproliferative capabilities. However, functional attributes and biological effects of bioactive peptides are influenced by factors such as the type of amino acids, their sequence, and the molecular weight of the peptides (Peighambardoust et al., 2021).

#### Innovative food products

Pulses contain various polyphenolic compounds, including flavonoids, tannins, anthocyanins, and phenolic acids like p-coumaric, ferulic, and cinnamic acid. While typically consumed as dry seeds, pulses can also be eaten as green pods or used as flour. Pulses flour enhances the nutritional value of food by increasing protein and fiber content and offering functional properties like solubility, gelling, and emulsification, which improve food texture (Schmidt & Oliveira, 2023). Studies show that incorporating pulses flour and bran into snacks enhances sensory qualities such as flavor and texture. Additionally, pulses can partially or fully replace cereals in extruded snack production, a growing market for healthy, minimally processed foods (King et al., 2024).

Previous research has investigated the incorporation of runner bean flour (10-20%) into bread formulations. Findings revealed that bread made with this substitution showed increased mineral, fiber, and nutrient content without negatively impacting digestibility or sensory properties when the addition remained below 20% (Mariscal-Moreno et al., 2021). Similarly, adding isolated proteins from runner beans enhanced the nutritional quality of nixtamalized corn tortillas without compromising rheological, textural, or sensory attributes (Sánchez-Villa et al., 2020). Additionally,  $\alpha$ -galactosidase, isolated from runner beans, demonstrated high activity and potential industrial applications, such as improving sucrose crystallization in beet sugar syrups and enhancing the nutritional value of soy beverages by hydrolyzing raffinose and other oligosaccharides (Du et al., 2013).

The runner bean can be utilized to enhance the nutritional profile of baked products. Espinosa-Ramírez et al., (2022) demonstrated that incorporating runner bean flour into wheat flour bread at concentrations of 10%, 20%, and 30% increased fiber, minerals, and protein content compared to bread made solely with wheat flour. Protein quality, measured by the limiting amino acid score, improved by up to 70%, thanks to the essential amino acids present in the bean flour. However, lower substitution levels are recommended to maintain dough stability and sensory attributes such as color, flavor, and texture.

Pedrali et al., (2022), have explored the nutritional and phytochemical attributes of other widely available and commercially popular bean varieties such as Borlotto and Cannellino (*P. vulgaris*) and Bianco di Spagna (*P. coccineus*). Moreover, in order to determine the potential of "Copafam" for creating innovative and distinctive products, the effects of incorporating bean flour into a prototype food product (biscuits) on sensory attributes and consumer satisfaction were examined. They found that "Copafam" bean flour biscuits had elevated levels of dietary fiber, secondary metabolites like polyphenols and anthocyanins, and displayed substantial flavonoid content, leading to notable antioxidant properties. These biscuits were characterized by a darker hue and a crispy texture and were well-received by consumers. This study shows an initial exploration, paving the way for further research into alternative applications of bean flour with the goal of establishing it as a valuable resource in the innovative food industry (Raṭu et al., 2023).

*Phaseolus coccineus* bean flour is regarded as a substitute ingredient suitable for specific dietary needs due to its elevated protein content (Corzo-Ríos et al., 2020). Göksel Saraç et al., (2022), evaluated the utilization of scarlet runner bean (*Phaseolus coccineus*) flour with high protein content to produce a protein-rich cake suitable for vegan consumers. They aimed to determine the properties of the resulting product and analyze consumer preferences. Five different vegan cakes were prepared by incorporating various concentrations of scarlet runner bean flour into wheat flour without any animal products. Analyses were conducted on the baking properties, physicochemical characteristics, biochemical composition, texture, and sensory attributes of the vegan cakes. Increasing the proportion of scarlet runner bean flour resulted in higher levels of protein content, total phenolic compounds, and antioxidant properties observed in the cakes. Furthermore, including scarlet runner bean flour led to improvements in the cake formulation's technological, textural and sensory aspects.

The incorporation of legumes into new food options and the development of formulations, such as extruded snack products containing pulse flour, are appealing food options and are well accepted (Schmidt & Oliveira, 2023). The evaluation of numerous extruded snack formulations made from

various pulses (green pea and chickpea) has been conducted (Proserpio et al., 2020). These products, incorporating legume seeds, offer a rich source of fiber and serve as a valuable alternative to meet the increasing global demand for high-fiber and gluten-free products. From a sustainability perspective, using legumes can help reduce the environmental impact of this food category. Furthermore, they could serve as a sustainable source of fiber and high-quality proteins, providing a valuable alternative to products available in the market (Proserpio et al., 2020; Saint-Eve et al., 2019).

### **Conclusions**

The Ayocote bean (*Phaseolus coccineus*) emerges as a valuable yet underexploited legume with considerable nutraceutical potential. This legume is a rich source of bioactive compounds, including phenolic components and antioxidant peptides, which play critical roles in mitigating oxidative stress, modulating immune responses, and promoting cardiovascular and metabolic health. Considering its robust phytochemical composition and functional attributes, the Ayocote bean holds significant promise in addressing food security, dietary supplementation, and the development of functional foods with health-promoting benefits. This would help encourage both the cultivation and consumption of Ayocote beans, providing direct benefits to the food and economic security of rural communities, while also safeguarding unexplored germplasm with potential health advantages and preserving the local gene pool.

Pulses provide substantial nutritional, environmental, and health benefits, yet further research is required to optimize their application in innovative food products. One of the main obstacles to their broader adoption is the limited awareness of their diverse properties, particularly in local varieties such as the runner bean (*Phaseolus coccineus*). Challenges such as low protein digestibility and the presence of anti-nutritional factors emphasize the need for advanced processing methods to enhance their utility. Although local varieties like *Phaseolus coccineus* possess notable nutritional advantages, more extensive research is essential to investigate and confirm their nutraceutical potential. This includes integrating them into novel food products, exploring their mechanisms of action, elucidating the relationship between their bioactive compounds and

molecular properties, and assessing their overall effects on human health. Given their minimal environmental impact, pulses are uniquely positioned to contribute significantly to sustainable food systems, aligning with global recommendations advocating for their increased utilization.

### Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

### References

- Alcázar-Valle, M., García-Morales, S., Mojica, L., Morales-Hernández, N., Sánchez-Osorio, E., Flores-López, L., Enríquez-Vara, J. N., & Lugo-Cervantes, E. (2021). Nutritional, Antinutritional Compounds and Nutraceutical Significance of Native Bean Species (*Phaseolus* spp.) of Mexican Cultivars. *Agriculture*, *11*(11), 1031. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111031>
- Alcázar-Valle, M., Lugo-Cervantes, E., Mojica, L., Morales-Hernández, N., Reyes-Ramírez, H., Enríquez-Vara, J. N., & García-Morales, S. (2020). Bioactive Compounds, Antioxidant Activity, and Antinutritional Content of Legumes: A Comparison between Four *Phaseolus* Species. *Molecules*, *25*(15), 3528. <https://doi.org/10.3390/molecules25153528>
- Alvarado-López, A. N., Gómez-Oliván, L. M., Heredia, J. B., Baeza-Jiménez, R., García-Galindo, H. S., & Lopez-Martinez, L. X. (2019). Nutritional and bioactive characteristics of Ayocote bean (*Phaseolus coccineus* L.): An underutilized legume harvested in Mexico. *CyTA - Journal of Food*, *17*(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1571530>
- Ansari, P., Samia, J. F., Khan, J. T., Rafi, M. R., Rahman, Md. S., Rahman, A. B., Abdel-Wahab, Y. H. A., & Seidel, V. (2023). Protective Effects of Medicinal Plant-Based Foods against Diabetes: A Review on Pharmacology, Phytochemistry, and Molecular Mechanisms. *Nutrients*, *15*(14), 3266. <https://doi.org/10.3390/nu15143266>
- Aquino-Bolaños, E. N., Garzón-García, A. K., Alba-Jiménez, J. E., Chávez-Servia, J. L., Vera-Guzmán, A. M., Carrillo-Rodríguez, J. C., & Santos-Basurto, M. A. (2021). Physicochemical Characterization and Functional Potential of *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus coccineus* L. Landrace Green Beans. *Agronomy*, *11*(4), 803. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040803>
- Bosmali, I., Kotsiou, K., Matsakidou, A., Irakli, M., Madesis, P., & Biliaderis, C. G. (2025). Fortification of wheat bread with an alternative source of bean proteins using raw and roasted *Phaseolus coccineus* flours: Impact on physicochemical, nutritional and quality attributes. *Food Hydrocolloids*, *158*, 110527. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110527>
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, *43*(2), 414-431. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
- Capistrán-Carabarin, A., Aquino-Bolaños, E. N., García-Díaz, Y. D., Chávez-Servia, J. L., Vera-Guzmán, A. M., & Carrillo-Rodríguez, J. C. (2019). Complementarity in Phenolic Compounds and the Antioxidant Activities of *Phaseolus coccineus* L. and *P. vulgaris* L. Landraces. *Foods*, *8*(8), 295. <https://doi.org/10.3390/foods8080295>
- Chávez-Mendoza, C., & Sánchez, E. (2017). Bioactive Compounds from Mexican Varieties of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*): Implications for Health. *Molecules*, *22*(8), 1360. <https://doi.org/10.3390/molecules22081360>
- Chávez-Santoscoy, R. A., Gutiérrez-Urbe, J. A., & Serna-Saldívar, S. O. (2013). Effect of Flavonoids and Saponins Extracted from Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Coats as Cholesterol Micelle Disruptors. *Plant Foods for Human Nutrition*, *68*(4), 416-423. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0384-7>
- Chen, J., Liu, B., Ji, N., Zhou, J., Bian, H., Li, C., Chen, F., & Bao, J. (2009). A novel sialic acid-specific lectin from *Phaseolus coccineus* seeds with potent antineoplastic and antifungal activities. *Phytomedicine*, *16*(4), 352-360. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.07.003>
- Corzo-Ríos, L. J., Sánchez-Chino, X. M., Cardador-Martínez, A., Martínez-Herrera, J., & Jiménez-Martínez, C. (2020). Effect of cooking on nutritional and non-nutritional compounds in two species of *Phaseolus* (*P. vulgaris* and *P. coccineus*) cultivated in Mexico. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *20*, 100206. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100206>
- Du, F., Zhu, M., Wang, H., & Ng, T. (2013). Purification and characterization of an α-galactosidase from *Phaseolus coccineus* seeds showing degrading capability on raffinose family oligosaccharides. *Plant Physiology and Biochemistry*, *5*.

- Espinosa-Ramírez, J., Mariscal-Moreno, R. M., Chuck-Hernández, C., Serna-Saldivar, S. O., & Espiricueta-Candelaria, R. S. (2022). Effects of the substitution of wheat flour with raw or germinated ayocote bean (*Phaseolus coccineus*) flour on the nutritional properties and quality of bread. *Journal of Food Science*, 87(9), 3766-3780. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16263>
- FAOSTAT. (2020). *FAO Statistical Yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Feria, M., Pérez-Santiago, A., Cuevas, D., Martínez, M., & Córdoba, F. (1996). Purification and partial characterization of a new anti-A1 lectin of *Phaseolus coccineus* collected in Oaxaca, Mexico. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 26(1), 31-46. <https://doi.org/10.1080/10826069608000048>
- Göksel Saraç, M., Dedebaş, T., Hastaoğlu, E., & Arslan, E. (2022). Influence of using scarlet runner bean flour on the production and physicochemical, textural, and sensorial properties of vegan cakes: WASPAS-SWARA techniques. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27, 100489. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100489>
- González-Cruz, L., Valadez-Vega, C., Juárez-Goiz, J. M. S., Flores-Martínez, N. L., Montañez-Soto, J. L., & Bernardino-Nicanor, A. (2022). Partial Purification and Characterization of the Lectins of Two Varieties of *Phaseolus coccineus* (Ayocote Bean). *Agronomy*, 12(3), 716. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030716>
- Hasanaklou, H. T., Pipan, B., Meglič, V., Nagl, N., & Sinkovič, L. (2024). Trypsin inhibitors in seeds and pods of *Phaseolus vulgaris/coccineus*: A comparative study of shaking and ultrasonic extraction methods. *Electronic Journal of Biotechnology*, 71, 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2024.05.003>
- Hernández-Delgado, S., Muruaga-Martínez, J. S., Vargas-Vázquez, M. L. P., Martínez-Mondragón, J., Chávez-Servia, J. L., Gill-Langarica, H. R., Mayek-Pérez, N., Hernández-Delgado, S., Muruaga-Martínez, J. S., Vargas-Vázquez, M. L. P., Martínez-Mondragón, J., Chávez-Servia, J. L., Gill-Langarica, H. R., & Mayek-Pérez, N. (2015). Advances in Genetic Diversity Analysis of *Phaseolus* in Mexico. En *Molecular Approaches to Genetic Diversity*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/60029>
- Jaiswal, A. (2020). *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables—1st Edition*. <https://www.elsevier.com/books/nutritional-composition-and-antioxidant-properties-of-fruits-and-vegetables/jaiswal/978-0-12-812780-3>
- Kaloo, G. (1993). Runner bean: *Phaseolus coccineus* L. En G. Kaloo & B. O. Bergh (Eds.), *Genetic Improvement of Vegetable Crops* (pp. 405-407). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-040826-2.50032-1>
- King, J., Leong, S. Y., Alpos, M., Johnson, C., McLeod, S., Peng, M., Sutton, K., & Oey, I. (2024). Role of food processing and incorporating legumes in food products to increase protein intake and enhance satiety. *Trends in Food Science & Technology*, 104466. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104466>
- Kumar, Y., Basu, S., Goswami, D., Devi, M., Shivhare, U. S., & Vishwakarma, R. K. (2022). Anti-nutritional compounds in pulses: Implications and alleviation methods. *Legume Science*, 4(2), e111. <https://doi.org/10.1002/leg3.111>
- Lacaille-Dubois, M.-A., & Melzig, M. (2016). Saponins: Current Progress and Perspectives. *Planta Medica*, 82(18), 1495-1495. <https://doi.org/10.1055/s-0042-119776>
- Li, S., Bu, T., Zheng, J., Liu, L., He, G., & Wu, J. (2019). Preparation, Bioavailability, and Mechanism of Emerging Activities of Ile-Pro-Pro and Val-Pro-Pro. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1097-1110. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12457>
- Luna-Vital, D. A., Mojica, L., González de Mejía, E., Mendoza, S., & Loarca-Piña, G. (2015). Biological potential of protein hydrolysates and peptides from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): A review. *Food Research International*, 76, 39-50. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.024>
- Marinangeli, C. P. F., & Jones, P. J. H. (2011). Whole and fractionated yellow pea flours reduce fasting insulin and insulin resistance in hypercholesterolaemic and overweight human subjects. *British Journal of Nutrition*, 105(1), 110-117. <https://doi.org/10.1017/S0007114510003156>
- Mariscal-Moreno, R. M., Chuck-Hernández, C., Figueroa-Cárdenas, J. de D., & Serna-Saldivar, S. O. (2021). Physicochemical and Nutritional Evaluation of Bread Incorporated with Ayocote Bean (*Phaseolus coccineus*) and Black Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Processes*, 9(10), Art. 10. <https://doi.org/10.3390/pr9101782>

- Mojica, L., Gonzalez de Mejia, E., Granados-Silvestre, M. Á., & Menjivar, M. (2017). Evaluation of the hypoglycemic potential of a black bean hydrolyzed protein isolate and its pure peptides using *in silico*, *in vitro* and *in vivo* approaches. *Journal of Functional Foods*, 31, 274-286. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.02.006>
- Mullins, A. P., & Arjmandi, B. H. (2021). Health Benefits of Plant-Based Nutrition: Focus on Beans in Cardiometabolic Diseases. *Nutrients*, 13(2), 519. <https://doi.org/10.3390/nu13020519>
- Ngai, P. H. K., & Ng, T. B. (2005). Phaseococcin, an antifungal protein with antiproliferative and anti-HIV-1 reverse transcriptase activities from small scarlet runner beans. *Biochemistry and Cell Biology*, 83(2), 212-220. <https://doi.org/10.1139/o05-037>
- Njoui, S., Josephe Amiot, M., Rochette, I., Bellagha, S., & Mouquet-Rivier, C. (2019). Soaking and cooking modify the alpha-galacto-oligosaccharide and dietary fibre content in five Mediterranean legumes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(5), 551-561. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1544229>
- Nowaková, N., & Kocourek, J. (1974). Studies on phytohemagglutinins: XX. Isolation and characterization of hemagglutinins from scarlet runner seeds (*Phaseolus coccineus* L.). *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Protein Structure*, 359(2), 320-333. [https://doi.org/10.1016/0005-2795\(74\)90231-1](https://doi.org/10.1016/0005-2795(74)90231-1)
- Ochoa, J.-L., & Kristiansen, T. (1978). Stroma: As an affinity adsorbent for non-inhibitable lectins. *FEBS Letters*, 90(1), 145-148. [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(78\)80317-2](https://doi.org/10.1016/0014-5793(78)80317-2)
- Orak, H., Karamać, M., Orak, A., & Amarowicz, R. (2016). Antioxidant Potential and Phenolic Compounds of Some Widely Consumed Turkish White Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(4), 253-260. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0022>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pan, W. L., & Ng, T. B. (2015). A dimeric Phaseolus coccineus lectin with anti-oxidative, anti-proliferative and cytokine-inducing activities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 960-966. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.09.034>
- Patterson, C. A., Curran, J., & Der, T. (2017). Effect of Processing on Antinutrient Compounds in Pulses. *Cereal Chemistry*, 94(1), 2-10. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-05-16-0144-FI>
- Pedrali, D., Proserpio, C., Borgonovi, S. M., Zuccolo, M., Leoni, V., Borgonovo, G., Bernardi, A. M., Scarafoni, A., Pagliarini, E., Giorgi, A., & Giupponi, L. (2022). Nutritional Characterization and Novel Use of "Copafam" Bean (*Phaseolus coccineus* L.) for the Sustainable Development of Mountains Areas. *Sustainability*, 14(20), 13409. <https://doi.org/10.3390/su142013409>
- Peighambardoust, S. H., Karami, Z., Pateiro, M., & Lorenzo, J. M. (2021). A Review on Health-Promoting, Biological, and Functional Aspects of Bioactive Peptides in Food Applications. *Biomolecules*, 11(5), 631. <https://doi.org/10.3390/biom11050631>
- Proserpio, C., Bresciani, A., Marti, A., & Pagliarini, E. (2020). Legume Flour or Bran: Sustainable, Fiber-Rich Ingredients for Extruded Snacks? *Foods*, 9(11), 1680. <https://doi.org/10.3390/foods9111680>
- Rațu, R. N., Veleșcu, I. D., Stoica, F., Usturoi, A., Arsenoia, V. N., Crivei, I. C., Postolache, A. N., Lipșa, F. D., Filipov, F., Florea, A. M., Chițea, M. A., & Brumă, I. S. (2023). Application of Agri-Food By-Products in the Food Industry. *Agriculture*, 13(8), Art. 8. <https://doi.org/10.3390/agriculture13081559>
- Rodriguez, M., Rau, D., Angioi, S. A., Bellucci, E., Bitocchi, E., Nanni, L., Knüpffer, H., Negri, V., Papa, R., & Attene, G. (2013). European *Phaseolus coccineus* L. landraces: Population Structure and Adaptation, as Revealed by cpSSRs and Phenotypic Analyses. *PLoS ONE*, 8(2), e57337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057337>
- Romero-Arenas, O., Damián Huato, M. A., Rivera Tapia, J. A., Báez Simón, A., Huerta Lara, M., & Cabrera Huerta, E. (2013). *The Nutritional value of Beans (Phaseolus vulgaris L.) and its importance for Feeding of Rural communities in Puebla-Mexico. Vol. 2(8)*, 59-65.
- Saint-Eve, A., Granda, P., Legay, G., Cuvelier, G., & Delarue, J. (2019). Consumer acceptance and sensory drivers of liking for high plant protein snacks. *Journal*



- of the *Science of Food and Agriculture*, 99(8), 3983-3991. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9624>
- Salim, R., Nehvi, I. B., Mir, R. A., Tyagi, A., Ali, S., & Bhat, O. M. (2023). A review on anti-nutritional factors: Unraveling the natural gateways to human health. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1215873. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1215873>
- Sánchez-Arteaga, H. M., Urías-Silvas, J. E., Espinosa-Andrews, H., & García-Márquez, E. (2015). Effect of chemical composition and thermal properties on the cooking quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). *CyTA - Journal of Food*, 13(3), 385-391. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.988182>
- Sánchez-Villa, C. E., Zepeda-Bautista, R., Ramírez-Ortiz, M. E., & Corzo-Ríos, L. J. (2020). Nixtamalized tortillas supplemented with proteins isolated from *Phaseolus coccineus* and huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *Nuttalliae*) flour: Rheological, textural, and sensorial properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100274. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100274>
- Schmidt, H. de O., & Oliveira, V. R. de. (2023). Overview of the Incorporation of Legumes into New Food Options: An Approach on Versatility, Nutritional, Technological, and Sensory Quality. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(13), 2586. <https://doi.org/10.3390/foods12132586>
- Shevkani, K., Singh, N., Chen, Y., Kaur, A., & Yu, L. (2019). Pulse proteins: Secondary structure, functionality and applications. *Journal of Food Science and Technology*, 56(6), 2787-2798. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03723-8>
- ShuMei, L., LiRong, W., MengXuan, S., & XianLiang, S. (2019). Effect of food additives on antioxidant activity of flavonoids from *Phaseolus coccineus*. *China Condiment*, 44(5), 9-16.
- Singh, B., Singh, J. P., Shevkani, K., Singh, N., & Kaur, A. (2017). Bioactive constituents in pulses and their health benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 858-870. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2391-9>
- Singh, N. (2017). Pulses: An overview. *Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 853-857. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2537-4>
- Sinkovič, L., Pipan, B., Sinkovič, E., & Meglič, V. (2019). Morphological Seed Characterization of Common (*Phaseolus vulgaris* L.) and Runner (*Phaseolus coccineus* L.) Bean Germplasm: A Slovenian Gene Bank Example. *BioMed Research International*, 2019, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2019/6376948>
- Teniente-Martínez, G., Bernardino-Nicanor, A., Cariño-Cortés, R., Valadez-Vega, M. del C., Montañez-Soto, J. L., Acosta-García, G., & González-Cruz, L. (2019). Cytotoxic and genotoxic activity of protein isolate of ayocote beans and anticancer activity of their protein fractions. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1040-1048. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-0019-7>
- Teniente-Martínez, G., Bernardino-Nicanor, A., Valadez-Vega, M. D. C., Montañez-Soto, J. L., Juárez-Goiz, J. M. S., & González-Cruz, L. (2022). *In vitro* study of the antihypertensive, antioxidant and antiproliferative activities of peptides obtained from two varieties of *Phaseolus coccineus* L. *CyTA - Journal of Food*, 20(1), 102-110. <https://doi.org/10.1080/19476337.2022.2090611>
- Thakur, A., Sharma, V., & Thakur, A. (2019). An overview of anti-nutritional factors in food. *International Journal of Chemical Studies*, 7(1), 2472-2479.
- Venkatachalam, K., & Nagarajan, M. (2017). Physicochemical and sensory properties of savory crackers incorporating green gram flour to partially or wholly replace wheat flour. *Italian Journal of Food Science*, 29(4). <https://doi.org/10.14674/1120-1770-IJFS808>
- Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejerýt, E., & Wangchuk, P. (2022). Plant Secondary Metabolites Produced in Response to Abiotic Stresses Has Potential Application in Pharmaceutical Product Development. *Molecules*, 27(1), 313. <https://doi.org/10.3390/molecules27010313>
- Zhao, Q., Luan, X., Zheng, M., Tian, X.-H., Zhao, J., Zhang, W.-D., & Ma, B.-L. (2020). Synergistic Mechanisms of Constituents in Herbal Extracts during Intestinal Absorption: Focus on Natural Occurring Nanoparticles. *Pharmaceutics*, 12(2), 128. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12020128>

**EDULCORANTES NO CALÓRICOS EN EXCESO DE PESO: APLICACIÓN EN MATRICES LÁCTEAS.****Non-caloric sweeteners in excess weight: application in dairy matrices.****Sánchez-Londoño María Antonia<sup>\*</sup>, Ramos-Polo Ana Rosa<sup>\*</sup>.**

<sup>\*</sup> Corporación Universitaria Remington, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Investigación en Neurociencias y Envejecimiento, Colombia.

**RESUMEN**

**Introducción:** El uso de edulcorantes ha aumentado mucho en las últimas décadas debido a la preocupación por los efectos negativos del consumo excesivo de azúcar, asociado con enfermedades crónicas no transmisibles. **Objetivo:** Esta revisión examina la evidencia sobre los edulcorantes no calóricos (sucralosa, sacarina, aspartame, acesulfame K, neotame, advantame, ciclamato, lactitol y estevia) y su relación con el exceso de peso, además de sus ventajas y desventajas tecnológicas en la producción de yogur. **Material y Método:** Se realizó una revisión de tema con base a la literatura publicada entre los años 2018 a 2023 en las bases de datos Science Direct, PubMed y Google Scholar. **Resultados:** La sacarina, sucralosa, acesulfame K y advantame activan el sistema de recompensa, mientras que la sucralosa y la sacarina provocan disbiosis intestinal. Por otro lado, la estevia y el lactitol son los más adecuados para la producción industrial de yogur debido a su estabilidad en pH ácidos, solubilidad en agua y resistencia al calor. **Conclusión:** La estevia destaca como el edulcorante más apropiado, ya que combina ventajas tecnológicas con la ausencia de efectos negativos para la salud.

**Palabras clave:** Edulcorantes, edulcorantes artificiales, yogur, obesidad, productos lácteos.

**ABSTRACT**

**Introduction:** The use of sweeteners has increased greatly in recent decades due to concerns about the negative effects of excessive sugar consumption, associated with chronic non-communicable diseases. **Objective:** This review examines the evidence about non-caloric sweeteners (sucralose, saccharin, aspartame, acesulfame K, neotame, advantame, cyclamate, lactitol and stevia) and their relationship with excess weight, as well as their technological advantages and disadvantages in yogurt production. **Material and method:** A topic review was conducted based on the literature published between 2018 and 2023 in the Science Direct, PubMed, and Google Scholar databases. **Results:** Saccharin, sucralose, acesulfame K and advantame activate the reward system, while sucralose and saccharin cause intestinal dysbiosis. On the other hand, stevia and lactitol are the most suitable for industrial yogurt production due to their stability in acidic pH, water solubility and heat resistance. **Conclusion:** Among the various sweeteners, stevia is considered to be the most effective and beneficial as it combines technological advantages with the absence of negative health effects reported.

**Key words:** Sweeteners, artificial sweeteners, yogurt, obesity, dairy products.

Correspondencia: Ana Rosa Ramos Polo [ana.ramos@uniremington.edu.co](mailto:ana.ramos@uniremington.edu.co)

Recibido: 27 de septiembre 2024, aceptado: 18 de diciembre 2024

©Autor2024



Citation: Sánchez-Londoño M.A., Ramos-Polo A.R. (2024) Edulcorantes no calóricos en exceso de peso: aplicación en matrices lácteas. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 23 (4), 15-27. <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-827>

### **Significancia**

Este artículo aborda un vacío en la literatura científica al explorar la relación entre los edulcorantes no calóricos (ENC) y el exceso de peso, junto con su aplicación en matrices lácteas. Las matrices lácteas son sistemas alimentarios complejos que comprenden leche y sus derivados procesados. La combinación de perspectivas tecnológicas y de salud hace que este artículo sea relevante para profesionales de la salud, como para la industria láctea, promoviendo la innovación en productos que sean tecnológicamente viables y beneficiosos para la salud.

### **Introducción**

La alimentación desempeña un papel fundamental en la prevención y manejo de enfermedades metabólicas, particularmente la obesidad, que se ha convertido en una epidemia global. En las Américas, la prevalencia de obesidad alcanza el 62.5%, contribuyendo a 2.8 millones de muertes anuales (World Health Organization, 2018). En Colombia, el 56.4% de la población presenta exceso de peso, según datos del Ministerio de Salud y Protección Social (Ministerio de Salud, 2015). Este panorama epidemiológico está estrechamente asociado con el aumento en el consumo de alimentos ultraprocesados, caracterizados por un elevado contenido de azúcares simples, grasas saturadas y sodio, y que son además hiperpalatables y de bajo costo (Marti et al., 2021). En respuesta, la industria alimentaria ha introducido alternativas como los edulcorantes no calóricos (ENC) para reducir la densidad calórica de los alimentos y satisfacer la creciente demanda de productos más saludables.

Los edulcorantes son aditivos diseñados para impartir dulzura a los alimentos y bebidas (Chen, 2023). Según su origen y propiedades, pueden clasificarse en azúcares, polioles, edulcorantes sintéticos y naturales, productos azucarados naturales como miel y jarabes, y derivados del almidón. Los ENC, dentro de esta clasificación, destacan por proporcionar dulzura sin aportar calorías significativas, lo que los convierte en aliados clave para el desarrollo de productos con reducción de azúcares como alternativa de consumo frente a los densamente calóricos (Gomes et al., 2023; Manzur-Jattin et al., 2020). Los ENC se dividen en naturales, como los glucósidos de esteviol (derivados de *Stevia rebaudiana*) y el extracto de fruta del monje

(*Lo-han guo*), conocidos por sus posibles beneficios para la salud, y sintéticos, como el aspartame, la sucralosa y el acesulfame-K, caracterizados por su intensa dulzura y mínima cantidad requerida para su uso (Kossiva et al., 2024). Sin embargo, aunque su incorporación en alimentos procesados ha mostrado beneficios, su impacto a largo plazo en la salud sigue siendo objeto de debate, pues algunos estudios sugieren posibles efectos negativos en el eje de hambre y saciedad, en la adipogénesis, algunos tipos de cáncer y la posible implicación en la disbiosis intestinal (Ghusn et al., 2023; Gómez-Fernández et al., 2021; Wilk et al., 2022).

En este contexto, los productos lácteos representan una matriz alimentaria ideal para la incorporación de ENC debido a su composición nutricional única y beneficios metabólicos. Los productos lácteos, como el yogur, son ricos en proteínas, calcio y componentes bioactivos que favorecen la regulación metabólica y la saciedad (McCain et al., 2018). Además, el calcio ha sido asociado con una mayor movilización de grasas, contribuyendo a la pérdida de peso (Zemel, 2009), mientras que las proteínas del suero y los aminoácidos de cadena ramificada ayudan a preservar la masa muscular magra durante la pérdida de peso (Bodaghabadi et al., 2023). Los productos derivados lácteos tienen un efecto beneficioso sobre el microbiota intestinal, lo que podría influir indirectamente de manera positiva en la regulación del apetito y la salud metabólica (Ağagündüz et al., 2024). Desde el punto de vista sensorial, la textura cremosa y el perfil de sabor de los productos lácteos ayudan a enmascarar posibles notas desagradables de los ENC, mejorando la aceptación del consumidor (Ori., 2020). Esto hace de las matrices lácteas, vehículos ideales para el desarrollo de productos bajos en calorías dirigidos a poblaciones con necesidades dietéticas específicas (Andrewes et al., 2021).

El objetivo de este artículo fue realizar una revisión exhaustiva sobre los edulcorantes no calóricos empleados en matrices lácteas, como el yogur, y la evidencia sobre sus posibles efectos en el metabolismo de poblaciones con exceso de peso. Este análisis busca proporcionar un panorama actualizado sobre los mecanismos de acción de los ENC, sus implicaciones metabólicas y los desafíos tecnológicos asociados a su uso, contribuyendo así al desarrollo de alimentos funcionales más saludables y

estrategias nutricionales basadas en evidencia científica sólida.

### **Material y Método**

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo la metodología Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 (Page et al., 2021). Se realizó una búsqueda de bibliografía disponible entre los años 2018 hasta el 2023 en bases de datos indexadas como: PubMed, Science Direct, Google Scholar, limitando la búsqueda a artículos escritos en idioma inglés, metaanálisis, revisiones relacionados con los objetivos de esta revisión. El objetivo fue identificar evidencia científica relacionada con el uso de edulcorantes no calóricos en la formulación de productos lácteos o uso en matrices lácteas con reducción de sacarosa y evaluar la evidencia del efecto en la salud de personas con exceso de peso. La búsqueda se dividió en dos fases, con enfoques específicos y delimitados.

En la primera fase, se incluyeron términos clave relacionados con la composición y uso industrial de edulcorantes no calóricos en matrices lácteas, incluyendo términos DeCS/MeSH: non-nutritive sweeteners, dairy products, yogurt. Los operadores booleanos *AND* y *OR* se utilizaron para combinar términos clave, priorizando estudios que abordaran el desarrollo industrial de yogures con edulcorantes no calóricos y su efecto en características fisicoquímicas, sensoriales y funcionales del producto.

En la segunda fase, la búsqueda se limitó a los edulcorantes identificados en la primera etapa, con un enfoque en sus efectos metabólicos y su impacto en la salud de personas con exceso de peso. Se emplearon palabras clave específicas para cada edulcorante, combinándolas con términos relacionados con la salud y la obesidad, incorporando únicamente el término DeCS/MeSH: Nombres específicos de edulcorantes (e.g., sucralose, stevia, aspartame), health effects, obesity, body weight. Se filtraron artículos por título y resumen.

Los criterios de inclusión, basados en el modelo PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcomes) (Schardt et al., 2007), se utilizaron para guiar la selección final de estudios, considerando: Población: Adultos con exceso de peso u obesidad,

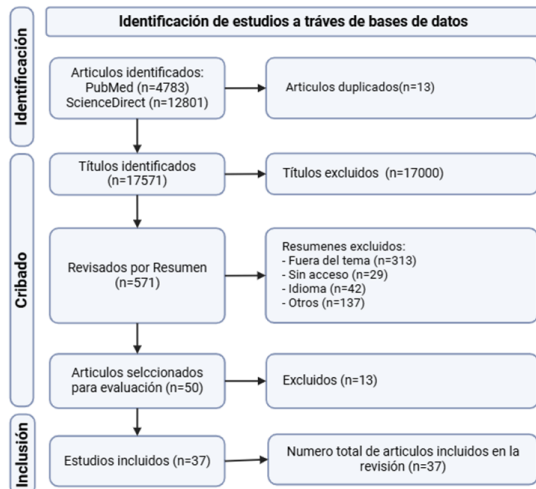
Intervención: Uso de edulcorantes no calóricos en productos lácteos, Comparación: Matrices lácteas con azúcares añadidos o sin edulcorantes y resultados: Efectos en peso corporal, marcadores metabólicos y aceptabilidad sensorial. Respecto a los criterios de exclusión se establecieron intervenciones de consumo en población infantil, matrices alimentarias diferentes a los derivados lácteos, idiomas diferentes al inglés y publicaciones no arbitradas. El software Zotero versión 6.0.26 se utilizó para organizar y gestionar las referencias bibliográficas, asegurando una integración coherente y precisa de las fuentes en el manuscrito.

### **Resultados**

Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos en las bases de datos PubMed y ScienceDirect como se reporta en Fig.1 Flujograma de búsqueda metodología PRISMA, identificando un total de 17,571 estudios relevantes relacionados con el uso de edulcorantes no calóricos en matrices lácteas y su impacto en la salud. Tras la eliminación de 13 artículos duplicados, quedaron 17,558 títulos para su revisión inicial. En esta fase, se excluyeron 17,000 estudios que no cumplían con los criterios de inclusión, resultando en 571 artículos seleccionados para una revisión más detallada a nivel de resumen.

Durante la fase de evaluación de resúmenes, se excluyeron 521 artículos por diversas razones: 313 estaban fuera del tema de investigación, 29 no eran accesibles, 42 no estaban en un idioma comprensible y 137 fueron descartados por otros motivos. De esta revisión emergieron 50 artículos que pasaron a una evaluación del texto completo. En la etapa final, tras una revisión detallada, se excluyeron 13 artículos adicionales por falta de relevancia o calidad metodológica, resultando en un total de 37 estudios que cumplieron con todos los criterios de inclusión y fueron incorporados en esta revisión.

Figura 1. Flujograma de búsqueda metodología PRISMA.



Fuente: Propia.

La tabla 1 presenta un resumen de las características de los edulcorantes utilizados en matrices lácteas, incluyendo su clasificación como naturales o sintéticos, su origen, las concentraciones aplicadas, y su impacto tecnológico en productos como el yogur. Además, se incluyeron referencias oficiales de la base de datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las cuales, aunque no cumplían con el criterio del periodo de años de búsqueda establecido, fueron consideradas relevantes al proporcionar información oficial sobre la identificación de los edulcorantes y sus niveles de ingesta diaria admisible (ADI). Por su parte, la Tabla 2. detalla las características de los estudios que asocian el uso de edulcorantes con el exceso de peso, incluyendo la población estudiada, el tipo de edulcorante, la duración del estudio y los principales resultados observados. Según los artículos analizados, se logró identificar categorías específicas de efectos en salud asociados al consumo de edulcorantes. Estas categorías incluyen su impacto en el sistema de recompensa, la saciedad, la homeostasis insulina/glucagón y la microbiota intestinal.







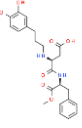


Teniendo en cuenta la recopilación de información, los edulcorantes no calóricos empleados en matrices lácteas, como yogures reducidos en azúcar, presentan una serie de características tecnológicas y efectos metabólicos que subrayan su versatilidad y limitaciones. Entre los más utilizados, la sucralosa destaca por su alto poder edulcorante (600 veces más dulce que la sacarosa) y su estabilidad frente a pH

ácidos y temperaturas elevadas, propiedades esenciales para productos fermentados (Briones-avila et al., 2021). Sin embargo, estudios recientes la asocian con alteraciones en el microbiota intestinal, disminución de la sensibilidad a la insulina y efectos adversos en la regulación glucémica. De manera similar, el acesulfame-K, con un poder edulcorante 200 veces superior al de la sacarosa y características sinérgicas con otros edulcorantes como el aspartame, ofrece estabilidad térmica y organoléptica, aunque puede inducir un sabor amargo si no se combina adecuadamente. Este último también ha sido vinculado, en modelos preclínicos, con efectos adversos cardiovasculares y acumulación de placas ateroscleróticas.

Por su parte, los glucósidos de esteviol y el aspartame se distinguen por sus beneficios tanto tecnológicos como fisiológicos. Los primeros, derivados de la estevia, resisten la hidrólisis ácida y la fermentación, pero presentan un regusto amargo que puede limitar su aceptación sensorial. No obstante, estudios han señalado que su consumo podría reducir la ingesta energética y promover mejores respuestas glucémicas postprandiales. El aspartame, aunque menos estable a altas temperaturas, ha demostrado mejorar el sabor de las matrices lácteas y favorecer la reducción de peso corporal al tiempo que aumenta la masa libre de grasa, lo que lo hace particularmente útil en poblaciones con sobrepeso u obesidad.

Adicionalmente, investigaciones preliminares han reportado modificaciones en la diversidad del microbioma intestinal asociadas a su consumo, con implicaciones aún por esclarecer. Otros edulcorantes como el lactitol y el ciclamato, aunque menos potentes, son valiosos por sus propiedades específicas, como la capacidad del lactitol para aumentar el pH fecal y promover la producción de ácidos grasos de cadena corta. Sin embargo, el consumo excesivo de estos compuestos puede inducir molestias gastrointestinales y estrés oxidativo, especialmente en poblaciones vulnerables como pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

**Tabla 1 Características de los edulcorantes empleados en matrices lácteas**

Autor (año)	Edulcorante	Formula molecular	Estructura	ADI	Ventajas tecnológicas	Desventajas tecnológicas
(WHO, 2001) (Briones-Avila et al., 2021) (Milke, García et al., 2018)	Sucralosa	C <sub>12</sub> H <sub>19</sub> Cl <sub>3</sub> O <sub>8</sub>		0-15 mg/kg/día	Alto poder edulcorante (600x), mantiene su estabilidad en condiciones de pH ácido.	Aunque es altamente soluble y estable en productos líquidos, su perfil sensorial puede incluir un regusto residual en algunas formulaciones, lo que puede afectar la percepción de los consumidores en ciertos productos.
(WHO, 2007) (Briones-Avila et al., 2021) (Milke, García et al., 2018)	Glucósidos de esteviol	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>3</sub>		0-4 mg/kg/día	Alto poder edulcorante (300x), Resistencia a la hidrólisis ácida: Mantiene su estabilidad en condiciones de pH ácido, ideal para alimentos y bebidas ácidas, Resiste altas temperaturas, No es metabolizado por microorganismos, lo que evita la producción de gases o subproductos indeseables.	Regusto amargo: Puede generar percepciones sensoriales negativas en consumidores sensibles, limitando su aceptación en ciertos productos alimenticios.
(WHO, 1996) (Briones-Avila et al., 2021) (Wan et al., 2021) (Samaniego-Vaesken et al., 2019) (Iizuka, 2022)	Acesulfame K	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> KNO <sub>4</sub> S		0-15 mg/kg/día	Alto poder edulcorante (200x), es sinérgico con el aspartame y la sucralosa, estable a altas temperaturas, enmascara la acidez del yogur, es altamente soluble en agua, estable a la hidrólisis, a la exposición de la luz, y potencia el sabor de los yogures aromatizados.	Puede generar un regusto amargo cuando se utiliza solo, lo que limita su aceptación sensorial sin la combinación con otros edulcorantes.
(Dergal, Badui, 2006) (Samaniego-Vaesken et al., 2019) (WHO, 1990)	Sacarina	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>3</sub> S		0-5 mg/kg/día	Alto poder edulcorante (400x), es estable a pH entre 2 y 9, es sinérgico con el aspartame y el ciclamato, e disuelve fácilmente en soluciones acuosas, lo que facilita su integración en diversas matrices alimentarias.	Puede conferir un regusto amargo cuando se usa de manera aislada, lo que puede afectar la aceptación sensorial del producto.
(WHO, 1981) (Milke, García et al., 2018) (McCain et al., 2018)	Aspartame	C <sub>14</sub> H <sub>18</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0-40 mg/kg/día	Alto poder edulcorante (200x), mejora el sabor de matrices lácteas tipo yogur, Contribuye a un perfil de sabor más agradable y suave en productos lácteos, siendo preferible sobre la estevia en cuanto a la percepción sensorial.	Su estabilidad es limitada, ya que puede degradarse durante el procesamiento de productos lácteos debido a su sensibilidad a cambios de pH y temperaturas elevadas.
(Milke, García et al., 2018) (McCain et al., 2018) (WHO, 2023)	Neotame	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0-2 mg/kg/día	Alto poder edulcorante (11.000x), A diferencia de otros edulcorantes, no presenta regusto amargo, lo que mejora la percepción sensorial de los productos.	Su estabilidad es limitada, ya que puede degradarse cuando se expone a variaciones de pH y altas temperaturas durante la producción de productos lácteos.
(Milke, García et al., 2018) (McCain et al., 2018) (Samaniego-Vaesken et al., 2019) (WHO, 2013)	Advantame	C <sub>24</sub> H <sub>30</sub> N <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		0-5 mg/kg/día	Alto poder edulcorante (20.000x), y no posee sabor amargo.	No es estable en condiciones ácidas, lo que puede alterar la estructura de matrices lácteas líquidas, requiriendo la adición de espesantes para mantener su consistencia.
(Martínez-Monteagudo et al., 2019) (WHO, 1996)	Lactitol	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>11</sub>		No especificado	Aproximadamente 0.3-0.4 veces más dulce que la sacarosa, lo que permite su uso en aplicaciones donde se requiera un dulzor sutil.	Su bajo poder edulcorante puede requerir mayores cantidades para lograr el efecto dulce deseado, lo que podría influir en el perfil sensorial y nutricional del producto final.
(Martínez-Monteagudo et al., 2019) (WHO, 1996) (Dergal, Badui, 2006) (McCain et al., 2018) (WHO, 1996)	Ciclamato	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>3</sub> S		0-11mg/kg/día	Facilita su integración en diversas matrices alimentarias, especialmente en productos líquidos y semilíquidos. Mejora la aceptación sensorial de los productos, especialmente cuando se combina con otros edulcorantes.	Poco poder edulcorante (30x). Requiere el uso de mayores cantidades para alcanzar el nivel de dulzor deseado, lo que puede afectar el perfil sensorial y nutricional de los productos.

Fuente: Elaboración propia  
mg: miligramos; kg: kilogramos; ADI: Ingesta Diaria Admisible.

\*Los valores ADI fueron obtenidos de la base de datos *Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)*, la referencia asociada a cada edulcorante se encuentra descrita en la columna *Autor (año)*.

**Tabla 2. Características de los estudios que asocian el efecto de los edulcorantes en el exceso de peso.**

Edulcorante	Referencia	Población	Dosis	Efecto observado	Categoría
Sucralosa	(Wilk et al., 2022) (Higgins & Mattes, 2019) (Iizuka, 2022) (Rother et al., 2018)	Adultos sanos y obesos	0.04 g a 0.24 g	Aumento significativo en los niveles plasmáticos de insulina. Disminución de los niveles de glucagón en plasma. Modificación en la composición y heterogeneidad de la microbiota intestinal. Efecto negativo direccional en el aumento de peso, aunque de menor magnitud. Disminución del peso corporal. Disminución en la ingesta de energía.	Homeostasis insulina/glucagón, Microbiota intestinal
Estevia (rebaudiosido A)	(Higgins & Mattes, 2019) (Farhat et al., 2019)	Adultos normo pesos y obesos.	0.66 g a 1 g	Niveles de glucosa postprandial más bajos con estevia en comparación con la sacarosa. Se necesitan más estudios sobre los efectos de la estevia a largo plazo. Puede inducir dislipidemia y aumentar la formación de placas ateroscleróticas en ratones alimentados con una dieta rica en colesterol. Los efectos a largo plazo del consumo de Acesulfame K sobre la salud siguen siendo desconocidos debido a la falta de investigación. Incremento del peso corporal después de 12 semanas de consumo.	Homeostasis insulina/glucagón, Saciedad
Acesulfame- K	(Lin et al., 2021)	Ratones machos ApoE <sup>-/-</sup>	15 mg/kg/día	Alteración en la tolerancia a la glucosa. Aumento de peso corporal significativamente mayor con la sacarina en comparación con aspartamo, rebaudiosido A y sucralosa. Disbiosis intestinal. Disminución del peso corporal y aumento de la masa libre de grasa. Sin embargo, se requieren más ensayos clínicos, la información es limitada. No se encontraron diferencias en el apetito y la respuesta endocrina después de dos semanas de consumo agudo, pero podría reducir la respuesta insulínica en adultos con obesidad.	Otro
Sacarina	(Wilk et al., 2022) (Toews et al., 2019) (Iizuka, 2022)	Adultos normo pesos y obesos. Mujeres normo peso.	0.18 g a 5.8 g	Disminución de <i>Firmicutes</i> y aumento de <i>Bacteroidetes</i> . Los efectos a largo plazo del consumo de Neotame sobre la salud siguen siendo desconocidos.	Homeostasis insulina/glucagón, Microbiota intestinal
Aspartame	(Higgins & Mattes, 2019) (Toews et al., 2019)	Adultos con sobrepeso u obesidad	0.58 g	Este edulcorante no ha sido evaluado en modelos animales o humanos debido a la mínima cantidad necesaria para obtener poder edulcorante.	Saciedad
Sacarina	Gibbons 2024	Adultos sanos	3.1 g a 19.3 g	Provoca síntomas gastrointestinales como diarrea, aumenta el pH fecal, y concentra ácidos propiónico y butírico. Podría inducir disbiosis intestinal.	Saciedad, homeostasis insulina
Neotame	(Chi et al., 2018) (Flora, 2018)	Ratas Wister CD-1	0.75 mg		Microbiota intestinal
Advantame	(Ruiz-Ojeda et al., 2019)	NA	NA		Microbiota intestinal
Lactitol	(Chen et al., 2013; Finney et al., 2007)	Adultos sanos y daño hepático.	10 g a 45 g		Microbiota intestinal

Fuente: Elaboración propia  
mg: miligramos g: gramos

## Discusión

En la industria de los derivados lácteos, la selección de edulcorantes juega un papel crucial no solo en la modulación de la percepción sensorial de los productos, sino también en la estabilidad y funcionalidad de las matrices lácteas durante su procesamiento. Entre los edulcorantes más utilizados, la sucralosa y la estevia se destacan por sus beneficios tecnológicos y sensoriales, posicionándose como opciones preferentes en la formulación de productos lácteos bajos en calorías (Briones-avila et al., 2021; Higgins & Mattes, 2019).

La Sucralosa, debido a su alta estabilidad térmica y resistencia a condiciones ácidas, resulta particularmente adecuada para aplicaciones industriales que requieren exposiciones a altas temperaturas, como la pasteurización y la producción de productos lácteos de larga vida útil. Este edulcorante ofrece un perfil sensorial comparable al de la sacarosa, sin comprometer la textura o viscosidad de las matrices lácteas, lo que la convierte en una opción tecnológicamente eficiente (Higgins & Mattes, 2019). No obstante, algunos estudios sugieren que un consumo excesivo de sucralosa podría tener efectos potenciales en la microbiota intestinal, aunque estos son aún objeto de debate (Wilk et al., 2022).

Por otro lado, la estevia, conocida por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, ofrece ventajas adicionales para la salud, particularmente en productos dirigidos a consumidores con diabetes o que siguen dietas bajas en calorías (Farhat et al., 2019). Su estabilidad en condiciones de alta temperatura y su resistencia al pH ácido hacen de la estevia una alternativa viable en la producción de derivados lácteos. Sin embargo, su sabor, caracterizado por ligeras notas amargas, puede ser percibido negativamente por algunos consumidores, requiriendo una formulación adecuada para equilibrar el perfil sensorial del producto final.

Aunque los edulcorantes como la sacarina y el acesulfame-K presentan ventajas tecnológicas, como su alta capacidad edulcorante y resistencia térmica, es fundamental considerar sus posibles efectos en la salud a largo plazo. Estos compuestos, a pesar de su efectividad en la reducción calórica, pueden influir negativamente en la microbiota intestinal y en la regulación metabólica, aspectos cruciales en el desarrollo y manejo de la obesidad (Lin et al., 2021).

Por lo tanto, es importante evaluar no solo sus beneficios tecnológicos, sino también los riesgos asociados con su consumo habitual.

A continuación, se resumen los principales hallazgos relacionados con el metabolismo de la obesidad, que son fundamentales para entender cómo los edulcorantes y otros factores afectan la homeostasis metabólica y la salud a largo plazo.

### Sistema de recompensa y saciedad.

El proceso de percepción del sabor comienza en las papilas gustativas de la cavidad lingual, que detectan los sabores básicos. La información sensorial se transmite al cerebro, especialmente a la amígdala y el hipotálamo, que regulan la homeostasis de la insulina, la glucosa y el equilibrio energético, en coordinación con el intestino, el páncreas y el tejido adiposo (Sheikh et al., 2017.; Sarma et al., 2021; Mennella, 2019). El receptor del sabor dulce, compuesto por las subunidades T1R2 y T1R3, detecta azúcares y edulcorantes, activando una cascada bioquímica que regula el apetito y la secreción de insulina (Lee & Owyang, 2019).

Sin embargo, la respuesta fisiológica frente a los edulcorantes no calóricos es compleja. Aunque estos edulcorantes activan los receptores T1R2 y T1R3, esta activación no siempre se traduce en una estimulación completa de las vías de recompensa relacionadas con el sabor dulce y el valor energético. Esto se debe a que los edulcorantes no calóricos pueden generar una desconexión entre la percepción de dulzura y el valor energético asociado, lo que podría aumentar el apetito y potencialmente contribuir a un aumento de peso (Wilk et al., 2022; Iizuka, 2022). Por ejemplo, se ha observado que el advantame puede inducir al cerebro a asociar el consumo de productos dulces con una mayor ingesta calórica, favoreciendo la ganancia de peso (Iizuka, 2022; Wilk et al., 2022). Además, se ha identificado que, dependiendo del tipo de edulcorante, los receptores T1R2 y T1R3 se unen de manera distinta, lo que influye en su efecto sobre la fisiología. Por ejemplo, edulcorantes como el aspartame y neotame se unen predominantemente al receptor T1R2, mientras que la sacarina y el acesulfame-K se asocian con T1R3, y la sucralosa puede interactuar con ambos receptores (Rother et al., 2018; Wilk et al., 2022). Esto destaca la variabilidad en la respuesta



metabólica y el potencial impacto de estos edulcorantes en la regulación de la insulina y el apetito, particularmente en individuos con predisposición a la obesidad.

Por su parte, la saciedad, que se refiere a la sensación de satisfacción que reduce el deseo de seguir comiendo, se activa cuando los alimentos llegan al tracto gastrointestinal, inhibiendo las señales de hambre y logrando un equilibrio en el control de la ingesta. Sin embargo, cualquier alteración de este mecanismo puede desencadenar tanto un aumento como una disminución del peso corporal (Tack et al., 2021). En este sentido, la estevia ha demostrado reducir la sensación de hambre subjetiva en adultos con IMC normal o en sobrepeso, lo que sugiere un efecto positivo (Farhat et al., 2019). En contraste, el consumo de sacarina ha mostrado inducir una mayor sensación de hambre en comparación con otros edulcorantes como el aspartamo, la sucralosa y el rebaudiósido A, lo que podría favorecer el aumento del consumo calórico y, en consecuencia, el aumento de peso (Higgins & Mattes, 2019).

#### Homeostasis de la insulina

La insulina, una hormona secretada por las células  $\beta$  del páncreas, desempeña un papel crucial en la regulación de los niveles de glucosa en sangre, facilitando su ingreso a las células para la producción de energía. En condiciones normales, este proceso permite mantener el equilibrio energético en el cuerpo. Sin embargo, en individuos con obesidad, este mecanismo se ve alterado debido al desarrollo de resistencia a la insulina, que ocurre como resultado de los altos niveles de ácidos grasos libres producidos por el tejido adiposo. La resistencia a la insulina se caracteriza por una respuesta reducida del tejido adiposo, muscular y hepático a esta hormona, lo que limita la captación de glucosa y conduce a una elevación crónica de los niveles de glucosa en sangre (hiperglicemia) y de insulina (hiperinsulinemia) (Akker, 2022; Nugraheni, 2022).

En este contexto, los edulcorantes no calóricos como la sacarina, sucralosa y Acesulfame-K, que se utilizan comúnmente en productos alimenticios como alternativas al azúcar, han mostrado un efecto particular sobre la secreción de insulina. A pesar de su bajo o nulo contenido calórico, estos edulcorantes pueden activar los receptores del gusto, lo que podría inducir una respuesta fisiológica que aumenta la

liberación de insulina (Iizuka, 2022). Este fenómeno podría tener implicaciones significativas para la población obesa, ya que la estimulación constante de la insulina sin la presencia de glucosa para metabolizar puede exacerbar la resistencia a la insulina existente y contribuir a un ciclo de disfunción metabólica. Algunos estudios han sugerido que, en ciertos casos, el consumo de edulcorantes puede reducir los niveles de glucosa postprandial, aunque los efectos a largo plazo sobre el metabolismo de la glucosa y la insulina en personas obesas aún requieren una mayor investigación para determinar sus repercusiones definitivas.

#### Microbiota intestinal

La microbiota intestinal está compuesta por miles de especies bacterianas, entre las cuales destacan géneros como Bacteroides, Eubacterias, Peptostreptococci, Bifidobacterias, Lactobacilos, Fusobacterias y Filos Firmicutes, Actinobacterias, Proteobacterias, Verrucomicrobia. Estas comunidades bacterianas juegan un papel crucial en la absorción de nutrientes, el metabolismo de xenobióticos, la angiogénesis y el fortalecimiento de la barrera intestinal, además de producir metabolitos importantes como sales biliares secundarias y ácidos grasos de cadena corta, que están involucrados en la biosíntesis de vitaminas y hormonas esteroides, la modulación de la respuesta inmune, la regulación neuronal y el mantenimiento de la integridad intestinal (Islam et al., 2023). Un equilibrio adecuado en estos procesos, conocido como eubiosis, es esencial para la salud intestinal. Sin embargo, factores como la genética, el sedentarismo, el uso de antibióticos y los hábitos alimentarios pueden alterar esta diversidad bacteriana, lo que podría llevar a trastornos metabólicos, como la obesidad. La dieta es el principal factor que influye en esta diversidad, siendo responsable de aproximadamente el 57% de las modificaciones, mientras que la genética contribuye solo en un 12%. En personas obesas, se observa un aumento de Firmicutes y una disminución de Bacteroidetes, lo que incrementa la inflamación de bajo grado y la absorción de energía, favoreciendo el desarrollo de la obesidad (Gómez-Fernández et al., 2021; Baothman et al., 2016).

En cuanto a los edulcorantes no calóricos, se ha observado que su consumo tiene efectos tanto negativos como positivos en la microbiota intestinal.

La sucralosa, por ejemplo, disminuye la cantidad de bifidobacterias, lactobacilos, Clostridium, Bacteroides y bacterias anaeróbicas, al tiempo que aumenta el número de Proteobacteria y Escherichia coli, lo que podría alterar el equilibrio microbiano intestinal de forma perjudicial (Ruiz-Ojeda et al., 2019; Gómez-Fernández et al., 2021). Por otro lado, la estevia, que contiene inulina y fructanos, favorece la proliferación de bifidobacterias y lactobacilos, promoviendo un ambiente intestinal saludable (Ruiz-Ojeda et al., 2019). El lactitol también aumenta la población de bifidobacterias y lactobacilos, contribuyendo a la salud intestinal (Gómez-Fernández et al., 2021). En contraste, la sacarina está asociada con un aumento de Clostridia y una disminución de Bacteroides, lo que puede alterar el equilibrio microbiano y generar un impacto negativo en la salud intestinal (Gómez-Fernández et al., 2021). Finalmente, el aspartamo ha mostrado aumentar la producción de propionato, un ácido graso de cadena corta que puede ser beneficioso como sustrato energético para el hígado y el intestino, lo cual podría tener efectos protectores frente a la obesidad (Ruiz-Ojeda et al., 2019).

En la población obesa, estas alteraciones en la microbiota intestinal pueden tener repercusiones importantes en la absorción de nutrientes, la inflamación crónica y el metabolismo de la glucosa. Los cambios desfavorables en la microbiota, como los provocados por la sucralosa y la sacarina, podrían agravar estos problemas y contribuir a la obesidad. Sin embargo, edulcorantes como la stevia y el lactitol, al promover una microbiota intestinal más equilibrada, podrían tener efectos protectores contra la obesidad y mejorar la salud metabólica. A pesar de esto, el impacto total de los edulcorantes sobre la microbiota y la obesidad aún necesita más investigación para determinar los mecanismos específicos involucrados.

Una de las principales limitantes de este estudio es la heterogeneidad de los diseños metodológicos de los artículos analizados, lo que dificulta una comparación directa entre los resultados obtenidos. Además, varios edulcorantes, como el advantame y el neotame, carecen de estudios clínicos robustos que permitan comprender plenamente su impacto en la salud humana, especialmente en áreas críticas como la microbiota intestinal, el metabolismo y la regulación del peso corporal. Asimismo, aunque se

incluyeron referencias oficiales de la OMS para garantizar la calidad de la información, la falta de investigaciones recientes en algunos edulcorantes limita la capacidad de evaluar su seguridad a largo plazo. Las implicaciones futuras de este trabajo destacan la necesidad urgente de desarrollar estudios clínicos controlados que aborden las lagunas de conocimiento identificadas, con énfasis en los efectos metabólicos, el sistema de recompensa, la homeostasis insulínica y la composición de la microbiota intestinal, para proporcionar una base científica sólida que respalde el uso seguro y eficaz de edulcorantes en la industria alimentaria.

### **Conclusiones**

La revisión subraya la relación entre el consumo de edulcorantes no calóricos y la obesidad, particularmente en el contexto de matrices lácteas. Aunque estos edulcorantes ofrecen beneficios tecnológicos, como la reducción calórica y la mejora sensorial en productos lácteos, se debe tener en cuenta su impacto potencial en la salud metabólica y la microbiota intestinal. Los hallazgos sugieren que el consumo excesivo de ciertos edulcorantes, como la sacarina y el acesulfame-K, podría alterar la homeostasis de la insulina y fomentar la resistencia a la leptina, lo que podría contribuir a la ganancia de peso a largo plazo. Por otro lado, otros edulcorantes, como la estevia, parecen tener un efecto más favorable en el control del apetito y la regulación metabólica, aunque se necesita más investigación para establecer sus beneficios definitivos. Es crucial considerar estos aspectos al implementar edulcorantes no calóricos en la dieta de personas con exceso de peso, especialmente en productos lácteos. Futuros estudios deben centrarse en determinar los efectos a largo plazo de estos edulcorantes en la microbiota intestinal y su impacto en el desarrollo de la obesidad y otras comorbilidades asociadas. Además, es esencial explorar enfoques dietéticos más equilibrados que no solo utilicen edulcorantes, sino que promuevan una alimentación saludable y sostenible para mejorar el manejo del peso y la salud metabólica.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a la Corporación Universitaria Remington que facilitó el acceso a los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

**Conflicto de intereses**

Los autores declaran que la investigación se realizó sin relaciones comerciales o financieras que pudieran interpretarse como un posible conflicto de intereses.

**Bibliografía**

- Ağagündüz, D., Yılmaz, B., Cemali, Ö., Şimat, V., Akkus, G., Kulawik, P., & Ozogul, F. (2024). Impact of dairy food products on type 2 diabetes: Gut-pancreas axis for lower glucose level. *Trends in Food Science & Technology*, 153, 104741. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104741>
- Ahmed, B., Sultana, R., & Greene, M. W. (2021). Adipose tissue and insulin resistance in obese. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 137, 111315. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111315>
- Akker, E. (2022). Multifactorial obesity: The influence of obesity on pubertal development and the HPG axis. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 273, e18-e19. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2022.02.076>
- Andrewes, P., Bullock, S., Turnbull, R., & Coolbear, T. (2021). Chemical instrumental analysis versus human evaluation to measure sensory properties of dairy products: What is fit for purpose?. *International Dairy Journal*, 121, 105098. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105098>
- Baothman, O. A., Zamzami, M. A., Taher, I., Abubaker, J., & Abu-Farha, M. (2016). The role of Gut Microbiota in the development of obesity and Diabetes. *Lipids in Health and Disease*, 15, 108. <https://doi.org/10.1186/s12944-016-0278-4>
- Bodaghabadi, Z., Ostad Mohammadi, L., Halabchi, F., Tavakol, Z., Kluzek, S., Rajabian Tabesh, M., Abolhasani, M., & Alizadeh, Z. (2023). Effects of high-dairy versus low-dairy, high-protein and low-calorie diets combined with aerobic exercise on central body fat in overweight women: A pragmatic randomized controlled trial. *Obesity Medicine*, 40, 100492. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2023.100492>
- Briones-Avila, L. S., Moranchel-Hernández, M. A., Moreno-Riolobos, D., Silva Pereira, T. S., Ortega Regules, A. E., Villaseñor López, K., & Islas Romero, L. M. (2021). Analysis of Caloric and Noncaloric Sweeteners Present in Dairy Products Aimed at the School Market and Their Possible Effects on Health. *Nutrients*, 13(9), 2994. <https://doi.org/10.3390/nu13092994>
- Chen, J. (2023). Scientific consensus on food sweeteners (2022). *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi. Chinese Journal of Preventive Medicine*, 57(4), 457-460. <https://doi.org/10.3760/CMA.J.CN112150-20221117-01119>
- Chen, C., Yu, X., Lu, H., Xiao, D., Mao, W., & Li, L. (2013). Antioxidant protective effects of lactitol against endotoxemia in patients with chronic viral hepatitis. *Molecular Medicine Reports*, 7(2), 401-405. <https://doi.org/10.3892/mmr.2012.1188>
- Chi, L., Bian, X., Gao, B., Tu, P., Lai, Y., Ru, H., & Lu, K. (2018). Effects of the Artificial Sweetener Neotame on the Gut Microbiome and Fecal Metabolites in Mice. *Molecules: A Journal of Synthetic Chemistry and Natural Product Chemistry*, 23(2), 367. <https://doi.org/10.3390/molecules23020367>
- Dergal, Badui, S. (2020). *Química de los alimentos*. 6ta edición. Pearson education.
- Farhat, G., Berset, V., & Moore, L. (2019). Effects of Stevia Extract on Postprandial Glucose Response, Satiety and Energy Intake: A Three-Arm Crossover Trial. *Nutrients*, 11(12), 3036. <https://doi.org/10.3390/nu11123036>
- Finney, M., Smullen, J., Foster, H. A., Brokx, S., & Storey, D. M. (2007). Effects of low doses of lactitol on faecal microflora, pH, short chain fatty acids and gastrointestinal symptomology. *European Journal of Nutrition*, 46(6), 307-314. <https://doi.org/10.1007/s00394-007-0666-7>
- Flora, T. (2018). The Prevalence, Consumption, and Overall Health Effects of Nonnutritive Sweeteners. *Proceedings of Student Research and Creative Inquiry Day*, 2. <https://publish.tntech.edu/index.php/PSRCI/article/view/254>
- Ghusn, W., Naik, R., Yibirin, M., Ghusn, W., Naik, R., & Yibrin, M. (2023). The Impact of Artificial Sweeteners on Human Health and Cancer Association: A Comprehensive Clinical Review. *Cureus*, 15(12). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.51299>
- Gjermeni, E., Kirstein, A. S., Kolbig, F., Kirchhof, M., Bundalian, L., Katzmann, J. L., Laufs, U., Blüher, M., Garten, A., & Le Duc, D. (2021). Obesity—An Update on the Basic Pathophysiology and Review of Recent Therapeutic Advances. *Biomolecules*, 11(10), 1426. <https://doi.org/10.3390/biom11101426>
- Gomes, A., Bourbon et.al, (2023). Strategies for the reduction of sugar in food products. *Food Structure*

- Engineering and Design for Improved Nutrition, Health and Well-Being*, 219–241.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85513-6.00008-6>
- Gómez, F. R., Guerrero, C. E. D., & Bernal, G. B. (2014). Documento técnico. *Azucares adicionados*.  
<https://n9.cl/qh9u1>
- Gómez-Fernández, A. R., Santacruz, A., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2021). The complex relationship between metabolic syndrome and sweeteners. *Journal of Food Science*, 86(5), 1511-1531.  
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.15709>
- Grembecka, M. (2019). Sugar Alcohols. *Encyclopedia of Food Chemistry* (pp. 265-275). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21625-9>
- Higgins, K. A., & Mattes, R. D. (2019). A randomized controlled trial contrasting the effects of 4 low-calorie sweeteners and sucrose on body weight in adults with overweight or obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 109(5), 1288-1301.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy381>
- Islam, M. M., Islam, M. M., Rahman, M. A., Ripon, M. A. R., & Hossain, M. S. (2023). Gut microbiota in obesity and related complications: Unveiling the complex interplay. *Life Sciences*, 334, 122211.  
<https://doi.org/10.1016/J.LFS.2023.122211>
- Jin, X., Qiu, T., Li, L., Yu, R., Chen, X., Li, C., Proud, C. G., & Jiang, T. (2023). Pathophysiology of obesity and its associated diseases. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 13(6), 2403-2424.  
<https://doi.org/10.1016/j.apsb.2023.01.012>
- Kossiva, L., Kakleas, K., Christodouli, F., Soldatou, A., Karanasios, S., & Karavanaki, K. (2024). Chronic Use of Artificial Sweeteners: Pros and Cons. *Nutrients* 2024, Vol. 16, Page 3162, 16(18), 3162.  
<https://doi.org/10.3390/NU16183162>
- Kumar, M., Kaushik, D., Kaur, J., Proestos, C., Oz, F., Oz, E., Gupta, P., Kundu, P., Kaur, A., Anisha, A., & Ritika, R. (2022). A Critical Review on Obesity: Herbal Approach, Bioactive Compounds, and Their Mechanism. *Applied Sciences*, 12(16), Article 16.  
<https://doi.org/10.3390/app12168342>
- Lee, A. A., & Owyang, C. (2019). Chapter 16—Sugars, sweet taste receptors, and brain responses. En V. B. Patel (Ed.), *Molecular Nutrition: Carbohydrates* (pp. 265-283). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-849886-6.00020-3>
- Lin, C.-H., Li, H.-Y., Wang, S.-H., Chen, Y.-H., Chen, Y.-C., & Wu, H.-T. (2021). Consumption of Non-Nutritive Sweetener, Acesulfame Potassium Exacerbates Atherosclerosis through Dysregulation of Lipid Metabolism in ApoE<sup>-/-</sup> Mice. *Nutrients*, 13(11), 3984. <https://doi.org/10.3390/nu13113984>
- Liu, C.-C., Ko, C.-H., Fu, L.-M., & Jhou, Y.-L. (2023). Light-shading reaction microfluidic PMMA/paper detection system for detection of cyclamate concentration in foods. *Food Chemistry*, 400, 134063.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134063>
- Lizuka, K. (2022). Is the Use of Artificial Sweeteners Beneficial for Patients with Diabetes Mellitus? The Advantages and Disadvantages of Artificial Sweeteners. *Nutrients*, 14(21), 4446.  
<https://doi.org/10.3390/nu14214446>
- Mandal, P., Rai, A., Mishra, S., Tripathi, A., & Das, M. (2018). Chapter Seven—Mutagens in Food. En A. Kumar, V. N. Dobrovolsky, A. Dhawan, & R. Shanker (Eds.), *Mutagenicity: Assays and Applications* (pp. 133-160). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809252-1.00007-9>
- Manzur-Jattin, F., Morales-Núñez, M., Ordosgoitia-Morales, J., Quiroz-Mendoza, R., Ramos-Villegas, Y., Corrales-Santander, H., Manzur-Jattin, F., Morales-Núñez, M., Ordosgoitia-Morales, J., Quiroz-Mendoza, R., Ramos-Villegas, Y., & Corrales-Santander, H. (2020). Impacto del uso de edulcorantes no calóricos en la salud cardiometabólica. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(2), 103-108.  
<https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.11.003>
- Marti, A., Calvo, C., Martínez, A., Marti, A., Calvo, C., & Martínez, A. (2021). Consumo de alimentos ultraprocesados y obesidad: Una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 38(1), 177-185.  
<https://doi.org/10.20960/nh.03151>
- Martínez-Monteagudo, S. I., Enteshari, M., & Metzger, L. (2019). Lactitol: Production, properties, and applications. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 181-191. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.020>
- McCain, H. R., Kaliappan, S., & Drake, M. A. (2018). Invited review: Sugar reduction in dairy products. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8619-8640.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-14347>
- Mennella, I. (2019). Energy Balance and Body Weight Control. En P. Ferranti, E. M. Berry, & J. R. Anderson (Eds.), *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (pp. 374-377). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22147-1>

- MINSALUD. (2021). *Obesidad, un factor de riesgo en el covid-19*.  
<https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Obesidad-un-factor-de-riesgo-en-el-covid-19.aspx>
- Nagaoka, S. (2019). Yogurt Production. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 1887, 45-54.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2_5)
- Nugraheni, R. A. (2022). Effect Of Administration Of Sodium Cyclate (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) On The Number Of Polymorfonuclear Cells (PMN) In Rats (*Rattus Norvegicus*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 24(1), Article 1. <https://doi.org/10.20473/jbp.v24i1.2022.50-55>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372.  
<https://doi.org/10.1136/BMJ.N71>
- Richardson, I. L., & Frese, S. A. (2022). Non-nutritive sweeteners and their impacts on the gut microbiome and host physiology. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988144.  
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.988144>
- Rother, K. I., Conway, E. M., & Sylvestsky, A. C. (2018). How Non-nutritive Sweeteners Influence Hormones and Health. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 29(7), 455-467.  
<https://doi.org/10.1016/j.tem.2018.04.010>
- Ruiz-Ojeda, F. J., Plaza-Díaz, J., Sáez-Lara, M. J., & Gil, A. (2019). Effects of Sweeteners on the Gut Microbiota: A Review of Experimental Studies and Clinical Trials. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 10(suppl\_1), S31-S48.  
<https://doi.org/10.1093/advances/nmy037>
- Samaniego-Vaesken, M. de L., Partearroyo, T., Cano, A., Urrialde, R., & Varela-Moreiras, G. (2019). Novel database of declared low- and no-calorie sweeteners from foods and beverages available in Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*, 82, 103234.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103234>
- Sarma, S., Sockalingam, S., & Dash, S. (2021). Obesity as a multisystem disease: Trends in obesity rates and obesity-related complications. *Diabetes, Obesity & Metabolism*, 23 Suppl 1, 3-16.  
<https://doi.org/10.1111/dom.14290>
- Schardt, C., Adams, M. B., Owens, T., Keitz, S., & Fontelo, P. (2007). Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 7.  
<https://doi.org/10.1186/1472-6947-7-16>
- Sheikh, A. B., Nasrullah, A., Haq, S., Akhtar, A., Ghazanfar, H., Nasir, A., Afzal, R. M., Bukhari, M. M., Chaudhary, A. Y., & Naqvi, S. W. (2017). The Interplay of Genetics and Environmental Factors in the Development of Obesity. *Cureus*, 9(7), e1435.  
<https://doi.org/10.7759/cureus.1435>
- Tack, J., Verbeure, W., Mori, H., Schol, J., Van den Houte, K., Huang, I., Balsiger, L., Broeders, B., Colomier, E., Scarpellini, E., & Carbone, F. (2021). The gastrointestinal tract in hunger and satiety signalling. *United European Gastroenterology Journal*, 9(6), 727-734. <https://doi.org/10.1002/ueg2.12097>
- Tiefenbacher, K. F. (2017). Chapter Three—Technology of Main Ingredients—Sweeteners and Lipids. En K. F. Tiefenbacher (Ed.), *Wafer and Waffle* (pp. 123-225). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809438-9.00003-X>
- Toews, I., Lohner, S., Küllenberg de Gaudry, D., Sommer, H., & Meerpohl, J. J. (2019). Association between intake of non-sugar sweeteners and health outcomes: Systematic review and meta-analyses of randomised and non-randomised controlled trials and observational studies. *The BMJ*, 364, k4718.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.k4718>
- Wan, Z., Khubber, S., Dwivedi, M., & Misra, N. N. (2021). Strategies for lowering the added sugar in yogurts. *Food Chemistry*, 344, 128573.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128573>
- WHO. (1981). *Aspartame*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/62>
- WHO. (1990). *Sacarina*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/3164>
- WHO. (1996a). *Acesulfamo de potasio*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/926>
- WHO. (1996b). *Ácido cicláamico*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/995>

- WHO. (1996c). *Lactitol*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/3084>
- WHO. (2001). *Sucralosa*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/2340>
- WHO. (2007). *Glocósidos de esteviol*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/267>
- WHO. (2013). *Advantame*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/6181>
- WHO. (2023). *Neotame*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/5107>
- WHO. (2018). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Wilk, K., Korytek, W., Pelczyńska, M., Moszak, M., & Bogdański, P. (2022). The Effect of Artificial Sweeteners Use on Sweet Taste Perception and Weight Loss Efficacy: A Review. *Nutrients*, *14*(6), 1261. <https://doi.org/10.3390/nu14061261>
- Xiao, R., Lei, C., Zhang, Y., & Zhang, M. (2023). Interleukin-6 in retinal diseases: From pathogenesis to therapy. *Experimental Eye Research*, *233*, 109556. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2023.109556>
- Zemel, M. B. (2009). Proposed Role of Calcium and Dairy Food Components in Weight Management and Metabolic Health. *The Physician and Sportsmedicine*, *37*(2), 29–39. <https://doi.org/10.3810/PSM.2009.06.1707>
- Zhang, J. Y., Zhang, J. B., Yu, H. Y., Yong, L., Zhang, H., Wang, H. L., & Weng, Y. X. (2019). Theoretical Risk Assessment of Dietary Exposure to Advantame among the Chinese Population. *Biomedical and Environmental Sciences*, *32*(12), 930-933. <https://doi.org/10.3967/bes2019.117>
- Zhou, Q., Wang, Y., Lu, Z., He, C., Li, L., You, M., Wang, L., Cao, T., Zhao, Y., Li, Q., Mou, A., Shu, W., He, H., Zhao, Z., Liu, D., Zhu, Z., Gao, P., & Yan, Z. (2023). Cx43 acts as a mitochondrial calcium regulator that promotes obesity by inducing the polarization of macrophages in adipose tissue. *Cellular Signalling*, *105*, 110606. <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2023.110606>

## ANÁLISIS DE INTERVENCIONES PARA MEJORAR LA ADHERENCIA AL TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSIÓN EN LATINOAMÉRICA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

Analysis of interventions to improve hypertension treatment adherence in Latin America: a scoping review

García-López Ana Cristina\*, Abril-Valdez Elba\*.

\* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Coordinación de Desarrollo Regional, México.

### RESUMEN

**Introducción:** La falta de adherencia al tratamiento representa un problema de salud pública que repercute directamente en la salud de la población. **Objetivo:** Analizar los resultados de estudios de intervención para mejorar la adherencia al tratamiento y control de la presión arterial en el contexto latinoamericano. **Material y Método:** Se realizó una revisión bibliográfica de alcance siguiendo las recomendaciones PRISMA for Scoping Reviews, examinando estudios realizados en población latina, de 2013 a 2023. La búsqueda se realizó en 3 bases de datos MEDLINE (PubMed), Scielo y SCOPUS. Se evaluaron instrumentos y metodologías utilizadas para medir la adherencia al tratamiento y el control de la presión arterial en pacientes adultos con hipertensión arterial, así como los hallazgos y limitaciones más relevantes de las intervenciones.

**Resultados:** Se identificaron 216 artículos, de los cuales 57 fueron evaluados para determinar su elegibilidad. Finalmente 9 estudios fueron incluidos en la revisión. **Conclusión:** La mayoría de los estudios incluidos reportan un bajo nivel de adherencia asociado a valores clínicos subóptimos y predominan los estudios que utilizaron cuestionarios de autorreporte. La evidencia más reciente se centra en intervenciones educativo/motivacional, destacando el uso de recordatorios en dispositivos móviles para abordar la falta de adherencia.

**Palabras clave:** Adherencia al tratamiento, hipertensión arterial, revisión bibliográfica de alcance.

### ABSTRACT

**Introduction:** Lack of adherence to treatment represents a public health problem that has a direct impact on the health of the population. **Objective:** This review synthesizes findings of experimental studies to improve medication adherence and blood pressure control in the Latin American context. **Material and method:** A scoping literature review was conducted following the PRISMA for Scoping Reviews, a search and review of published studies was carried out, in the Latino population, from 2013 to 2023 in the MEDLINE (PubMed) Scielo and SCOPUS databases, in which the methodology for evaluating medication adherence and blood pressure control in patients with hypertension was analyzed. **Results:** 216 Latin American articles were identified, of which 57 were subject to eligibility evaluation, with 9 studies included in the review. **Conclusion:** The instruments to measure adherence to treatment were mainly self-reported questionnaires. Most of the studies included in this review report a low level of adherence associated with suboptimal clinical values. The most recent evidence has focused on addressing the problem of non-adherence with an educational/motivational approach, mainly through reminders on mobile devices.

**Key words:** Medication adherence, hypertension, scoping review.

Correspondencia: Elba Abril-Valdez [abril@ciad.mx](mailto:abril@ciad.mx)

Recibido: 04 de septiembre 2024, aceptado: 20 de diciembre 2024

©Autor2024



Citation: García-López A.C., Abril-Valdez E. (2024) Análisis de intervenciones para mejorar la adherencia al tratamiento de la hipertensión en Latinoamérica: Una revisión de alcance. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 23 (4), 28-38. <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-821>

### **Significancia**

La presente revisión ofrece un análisis de los resultados de intervenciones dirigidas a mejorar la adherencia al tratamiento y control de la presión arterial en el contexto específico de América Latina. Evaluar la efectividad de las estrategias aplicadas en una región con alta prevalencia de hipertensión arterial, como América Latina, permitirá identificar las intervenciones más exitosas, considerando que, aunque la región abarca un territorio diverso y complejo, comparte elementos culturales, económicos y sociales. La recopilación de estos resultados representará una base para el diseño e implementación de programas de intervención basados en evidencia adaptados a las necesidades de la población.

### **Introducción**

En las últimas décadas, los avances médicos han puesto a disposición de la población una amplia gama de medicamentos efectivos y de fácil administración para el control de enfermedades crónico-degenerativas, entre ellas la hipertensión arterial (HTA) (Mills et al., 2016). El tratamiento farmacológico es un factor clave para prevenir complicaciones asociadas con esta enfermedad, por lo que destaca la importancia de mantener una buena adherencia para lograr un adecuado control a largo plazo (Leong et al., 2017).

La adherencia al tratamiento (AT) ha adquirido diferentes significados, lo que ha llevado a enfoques diversos en los estudios sobre el tema. En la literatura, se han utilizado términos similares como cumplimiento, cooperación, colaboración, alianza terapéutica y adhesión. Según Nogués (2007), la “adherencia farmacológica” se refiere al “cumplimiento” en términos de tomar el medicamento en la dosis y forma prescritas por el médico tratante, y a la “persistencia”, que es la continuidad del tratamiento a lo largo del tiempo después de la prescripción. Por otro lado, la “adherencia terapéutica”, incluye no solo las recomendaciones del personal médico, sino que también la participación integral de otros profesionales de la salud, como nutriólogos, psicólogos y enfermeros, lo que la convierte en un concepto complejo y multidimensional (Dailey et al., 2001; Nogués et al., 2007; WHF.,2016).

La Organización Mundial de la Salud (2009) ha identificado 5 dimensiones que afectan la AT: 1) factores socioeconómicos, tales como, condiciones financieras (Rezende., 2021), ausencia de redes de apoyo social para el tratamiento y estilos de vida saludables (Mejía & Gómez, 2017; Restrepo & Maya, 2020), 2) factores relacionados con el tratamiento, como la polifarmacia, efectos adversos y tolerancia (Law, 2003; Corrao et al., 2010), 3) factores individuales, que incluyen las creencias sobre la enfermedad y el tratamiento (Velandia & Rivera, 2009; Teixeira et al., 2012; Lozada et al., 2020; Álvarez & Reyes, 2022) 4) factores relacionados con la enfermedad, como puede ser la gravedad de los síntomas, el grado de discapacidad, la progresión y severidad de la enfermedad, las comorbilidades asociadas a la HTA y el abuso del consumo de alcohol o tabaquismo, 5) factores relacionados con el sistema de salud, como consultas muy breves que afecta la relación médico-paciente, falta de trazabilidad por un mismo médico (Higuera et al., 2015; Chávez et al., 2020).

Considerando lo anterior, se plantea como objetivo analizar, a través de una revisión bibliográfica de alcance, la metodología empleada y los principales hallazgos reportados en estudios destinados a mejorar la AT y controlar la HTA en el contexto latinoamericano. Se eligió realizar una revisión bibliográfica de alcance, ya que, a diferencia de la revisión sistemática, su objetivo es explorar y mapear la literatura existente en un área amplia y poco conocida, identificando temas clave y lagunas de investigación (Boutron et al., 2021).

### **Material y Método**

Se llevó a cabo una revisión de alcance siguiendo las directrices de PRISMA for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) (PRISMA, 2020). El estudio tiene un enfoque descriptivo y utilizó la técnica de revisión bibliográfica de alcance, centrada en textos científicos publicados en bases de datos entre los años 2013 y 2023. Este período fue seleccionado porque abarca una franja temporal reciente y relevante, en la que se espera que se hayan producido avances significativos en la investigación y el desarrollo en el área de estudio. Limitarse a investigaciones más antiguas podría no reflejar los avances, tendencias o innovaciones más actuales.



### Criterios de selección

Se incluyeron artículos académicos que cumplieran todos los siguientes criterios: 1) Diseño de investigación: intervenciones o estudios experimentales, 2) Sujetos: Dirigido a pacientes adultos ( $\geq 18$  años) con diagnóstico de hipertensión arterial, viviendo en países de Latinoamérica; 3) Exposición: Diagnóstico de hipertensión arterial 4) Resultado: Evaluar cambios en el nivel de adherencia al tratamiento y/o en el control de la presión arterial sistólica y diastólica y 5) Fecha de Publicación: enero 2013 a marzo 2023; 6) Ventana de búsqueda: hasta el 20 de marzo del 2023. 7) Idioma: inglés, español o portugués.

### Criterios de exclusión

Se excluyeron los estudios que cumplieran alguno de los siguientes criterios: cartas al editor, editoriales, protocolos de estudio, artículos de revisión y metaanálisis.

### Sistematización de la búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica en 3 bases de datos: MEDLINE, SCIELO y SCOPUS. La combinación de DeCS/MeSH para realizar la búsqueda en las bases de datos seleccionadas fue la siguiente: (“adherence” OR “medication adherence”) AND (“hypertension”). En español: (“adherencia al tratamiento, hipertensión arterial, presión arterial”), y en portugués: “adesão terapêutica, hipertensão arterial”.

### Selección de los estudios

La selección de estudios se realizó en tres fases:

1. Eliminación de duplicados mediante el uso de software de gestión de referencias EndNote.
2. Revisión del título y resumen, excluyendo aquellos estudios que no cumplieran con los criterios de inclusión.
3. Evaluación del texto completo para confirmar la elegibilidad final.

Dos revisoras llevaron a cabo este proceso. Los desacuerdos se resolvieron mediante discusión.

### Evaluación de la calidad de los estudios

Debido a que la presente revisión tiene un alcance exploratorio no se consideró una evaluación de la calidad de los estudios por medio de herramientas estándar. No obstante, se identificaron los posibles sesgos en los estudios incluidos, se consideró la robustez de dichos estudios y se reportan aquellos

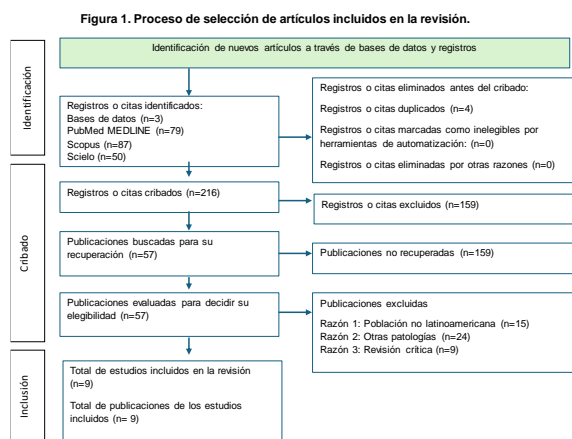
estudios cuyos resultados deben ser interpretados con precaución al considerar el tamaño de muestra empleado en cada estudio.

### Síntesis de resultados

Se llevó a cabo una síntesis narrativa de los resultados para organizar y presentar los hallazgos de los estudios incluidos. La síntesis de resultados permitió identificar heterogeneidad entre los estudios atribuida principalmente a la metodología empleada y a los instrumentos utilizados para estimar la adherencia al tratamiento de los pacientes.

### Resultados

El procedimiento de búsqueda se ilustra en un diagrama de flujo (Figura 1).



Fuente: Elaboración propia con base a las directrices PRISMA 2020

Fueron revisados 216 artículos y se descartaron aquellos que no cumplieron con los criterios de inclusión previamente establecidos, de los cuales 57 artículos fueron descartados. Para evaluar su elegibilidad se revisó el resumen y se realizó una lectura crítica de cada uno, seleccionando 9 artículos para incluir en la revisión (Tabla 1).

Tabla 1. Estudios de intervención para mejorar la adherencia o controlar la presión arterial en América Latina (2013-2023).

Autor año y lugar	Objetivo	Instrumento	Resultados relevantes	Limitantes
Achury (2013), Colombia	Determinar el efecto de un plan educativo en la capacidad de agencia de autocuidado.	Escala: "Evaluación de la capacidad de agencia de autocuidado en el paciente hipertenso"	Mejóro capacidad de autocuidado.	Muestra reducida (n=83) y no se especifican detalles de la intervención.
Reiger (2015), Honduras	Evaluar un programa autofinanciado basado en la comunidad en una zona rural.	Cuestionario y monitoreo de la PAS/PAD.	Aumento significativo en la AT y control de la HTA.	Muestra reducida (n=86), sin GC. Alta tasa de deserción.
Soto (2015), Chile	Evaluar el impacto de un plan de optimización de farmacoterapia basado en educación.	Recuento de pastillas sobrantes, Cuestionario de Batalla, PAS/PAD <sup>1</sup> y HbA1c.	Reducción significativa para HbA1c (p<0.001) y PAS.	Muestra reducida (n=50), sin GC.
Varleta (2017), Chile	Evaluar el impacto de mensajes de texto cortos (SMS) en la relación con la adherencia al tratamiento y estilo de vida saludable.	Cuestionario Morisky-Green-Levine (4 reactivos) +PAS/PAD <sup>1</sup>	A los 6 meses de seguimiento, los mensajes de texto dieron como resultado aumento en AT.	No se analiza el Costo-efectividad.
Díaz (2018), Cuba	Evaluar los resultados de una intervención educativa para mejorar el control de la PAS/PAD.	Cuestionario Morisky-Green-Levine + escala de percepción de estado de salud y nivel de conocimientos sobre la enfermedad y PAS/PAD	Incremento de pacientes controlados y aumento en el nivel de conocimiento, percepción de un buen estado de salud y reducción en la PAS en el GI en relación con el GC.	La pre/post evaluación no se realizó con los mismos participantes exactamente
Castro (2018), Colombia	Evaluar la efectividad de una capacitación para el conocimiento en pacientes con HTA.	Cuestionario de evaluación del autor aplicado a pacientes de un programa del hospital Tambor	Aumento de conocimiento en post evaluación.	Muestra reducida (n=45) Sin GC, y la pre/post evaluación se realizó el mismo día.
Soler (2021), Cuba	Evaluar la efectividad de un programa educativo, basado en el Modelo de Creencias de Salud, para favorecer la AT en pacientes con HTA.	Cuestionario Martín-Bayarre-Grau	Se incrementó la AT parcial, se elevó la susceptibilidad y severidad percibidas acerca de las complicaciones de la HTA.	Muestra reducida (n=18), sin GC. No especifica el sexo de los participantes.
Rivas (2022), Perú	Evaluar el efecto del uso de mensajes de texto en dispositivos de telefonía móvil en la AT.	Cuestionario Martín Bayarre-Grau (aplicado antes y después de la intervención).	Diferencia significativa en la AT en el grupo 3 el cual recibió 8 mensajes al mes	No fue un estudio ciego, (n=176)
He (2017), Argentina	Evaluar un programa de intervención domiciliar dirigida por un personal de salud de la comunidad.	Cuestionario Morisky-Green-Levine PAS/PAD.	Diferencias en la PAS y cambios en la PAD. Aumentó la proporción de pacientes con PAS/PAD controlada.	Sesgo de selección (n=1357).

Fuente: Elaboración propia

PAS: Presión arterial sistólica, PAD: Presión arterial diastólica. mmHg: Milímetros de mercurio. HTA: Hipertensión arterial, GI: grupo intervención, GC: grupo control.

La recopilación de los resultados se presenta en tres categorías principales: diseño del estudio, la metodología empleada y las estrategias de intervención de los estudios incluidos en la revisión.

### 1. Diseño y objetivos de los estudios analizados

Los estudios con diseño experimental de Rivas (2022) y Varleta (2017), se centraron en evaluar los efectos de intervenciones basadas en mensajes de recordatorio e información relevantes sobre la enfermedad en la AT, considerada con la variable dependiente. Por otro lado, He (2017) implementó una intervención multicomponente dirigida por trabajadores de la salud de la comunidad para el control de la hipertensión. Del mismo modo, en los

estudios con diseño cuasiexperimental, se buscó evaluar los efectos de una intervención específica sin exposición dentro del estudio, es decir este tipo de estudio se caracterizaron por no seleccionar grupo experimental y grupo control, o carecer de aleatoriedad y manipulación activa.

### 2. Instrumentos de investigación

De los estudios incluidos, todos emplearon cuestionarios como instrumentos para evaluar la AT y únicamente 5 de ellos complementaron con el registro de toma de presión arterial sistólica y diastólica (PAS/PAD) antes y después de la intervención.

En cuanto a los instrumentos reportados, Achury (2013), Reiger (2015) y Castro (2018) utilizaron su propio cuestionario para determinar la capacidad de agencia de autocuidado de los pacientes y/o la AT. Soto (2015) empleó el cuestionario de Batalla y recuento de pastillas sobrantes para evaluar la adherencia, así como la PAS/PAD (23). Por otro lado, Varleta (2017) y Díaz (2018) manejaron la prueba de Morisky-Green-Levine y midieron la PAS/PAD. Por su parte, Rivas (2022) y Soler (2021) emplearon el cuestionario de Martín-Bayarre-Grau.

### 3. Alcance de los estudios

En el estudio de Castro (2018), el objetivo fue lograr el control de la hipertensión arterial mediante una intervención educativa. No obstante, en lugar de medir directamente el nivel de adherencia al tratamiento, el estudio se centró en mejorar el conocimiento sobre la hipertensión arterial, partiendo de la premisa de que una mayor comprensión de la enfermedad está directamente asociada con una mejor AT. Asimismo, en el estudio de Achury (2013), se evaluó el efecto de una intervención educativa en la capacidad de autocuidado de los pacientes.

En la propuesta de Achury (2013) se sugiere que un mayor conocimiento sobre la enfermedad permitiría a los pacientes adoptar un rol activo en su autocuidado, lo que contribuiría a una mejor adherencia tanto al tratamiento farmacológico como no farmacológico.

Por otro lado, Soto (2015) abordó la adherencia desde la perspectiva de la optimización de la farmacoterapia. Después de una intervención

educativa, los planes terapéuticos fueron reevaluados en colaboración con el paciente, y se invitó a los familiares a participar en el proceso. En una tercera sesión, se discutieron los planes farmacoterapéuticos, lo que podría indicar la importancia del apoyo social en la AT del paciente.

En la intervención de Díaz (2018), además del abordaje farmacológico, se impartieron temas sobre alimentación saludable, la importancia del ejercicio físico acorde con su edad, las enfermedades que padece y las posibles complicaciones de la HTA. Tras la intervención se reportaron cambios significativos en el grupo experimental en términos del control de la presión, adherencia al tratamiento y conocimientos adecuados. Sin embargo, no se observaron cambios en la percepción del estado de salud de los participantes. De forma similar, He (2017) implementó una intervención con seguimiento domiciliario, que incluía temas de estilo de vida saludable y la participación de miembros de la familia para desarrollar estrategias de modificación adaptadas a las necesidades individuales.

Soler (2021) implementó un programa educativo en una clínica de Cuba, enfocándose en la susceptibilidad, severidad, barreras y beneficios percibidos por los pacientes en relación con su tratamiento y su dieta. Por otro lado, Rivas (2022) evaluó el efecto de mensajes de texto educativos/motivadores en la adherencia farmacológica, considerando factores como el consumo de tabaco, alcohol, dieta y ejercicio.

El enfoque de Reiger (2015), se centró en abordar el suministro irregular de medicamentos en una zona rural de Honduras, lo cual afectaba directamente la AT. Posterior a la intervención, que incluyó la gestión de un grupo de tratamiento comunitario, se observó un aumento significativo en la adherencia a la medicación y en el control de la presión arterial.

#### 4. Métodos de muestreo

Se identificó el tipo de muestreo utilizado en cada estudio, ya que una muestra probabilística permite realizar inferencias sobre la población de interés de manera eficiente y confiable, con el fin de poder generalizar los resultados (Hutton et al., 2016). De los artículos incluidos en la revisión, el 44.4% utilizó muestra no representativa (Tabla 2).

**2. Características de la metodología empleada en los estudios incluidos en la revisión.**

Autor y año	Muestra representativa	Tipo de muestreo	Tasa de respuesta (%)	Validez y confiabilidad	Control de factores de confusión
Achury 2013	No	No probabilístico, por conveniencia	NE	Validez y confiabilidad de 0.75	No
Reiger 2015	No	No probabilístico, por conveniencia	NE	NE	No
Soto 2015	No	No probabilístico, por conveniencia	NE	NE	No
Varleta 2017	Si	Probabilístico, aleatorio simple	92.8	Sensibilidad del 93 % y especificidad del 53 %	No
Díaz 2018	Si (nivel municipal)	Probabilístico por Conglomerados, bietápico	NE	Parcial	No
Castro 2018	No	No probabilístico intencional	N/E	Validez de contenido	No
Soler 2021	Si (nivel clínico)	Probabilístico	NE	Validez teórico-metodológica por Interjueces	No
Rivas 2022	Si	Probabilístico	100	Validez por Interjueces	No
He 2017	Si	Probabilístico	85	Sensibilidad del 93 % y especificidad del 53 %	No

Fuente: Elaboración propia.  
N/A: No aplica, NE: No específica

En relación con los estudios que utilizaron muestras representativas, se observó lo siguiente; Soler (2021), realizó un cálculo de tamaño de muestra mínimo requerido, basado en el número de pacientes atendidos en un policlínico, en un periodo de 6 meses. Aunque se consideró una muestra representativa a nivel del policlínico, solo participaron 18 de los 80 pacientes del universo, lo que limita la generalización de los resultados. Por otro lado, el estudio de Rivas (2022) empleó una comparación de proporciones emparejadas para evaluar la AT de pacientes con hipertensión arterial. Reportó una proporción de adherencia del 37.9 % en el grupo de referencia y del 86.6 % en el grupo que recibió la información.

El estudio de Díaz (2018) fue realizado con un muestreo por conglomerados bietápico. En la primera etapa, de cada grupo básico de trabajo, se tomaron siete consultorios del médico familiar (CMF) que representaron los conglomerados. En la segunda etapa, se eligieron aleatoriamente 25 pacientes (350 participantes de cada área de salud). En el trabajo de Varleta (2017), se empleó el cálculo muestral con prueba de dos proporciones para obtener una potencia del 80% con nivel de confianza del 95% (1- $\alpha$ ). Este cálculo estaba diseñado para detectar una diferencia del 15% entre la efectividad de la intervención, asumiendo una tasa de adherencia

del 55% en el grupo control y del 70% en el grupo de intervención, con una tasa de pérdida del 20%).

### 5. Estrategias implementadas

En esta revisión se identificó que la principal estrategia para mejorar la adherencia y controlar la presión arterial son las intervenciones educativas (Tabla 3). Estas intervenciones se fundamentan en la premisa de que el conocimiento sobre la enfermedad, sus causas, síntomas, control y tratamiento es uno de los pilares esenciales en el manejo de la hipertensión (Velandia et al., 2009).

3. Estrategias de intervención para mejorar la adherencia al tratamiento antihipertensivo y/o controlar la presión

Autor y año	Estrategia de intervención	Adherencia reportada al final del estudio (%)	Barreras reportadas por los autores	PAS	p	PAD	p
Achury 2013	Educativa	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Reiger 2015	Organización de fondos comunitarios	76.2	Abandono del estudio	0.39 mmHg	<0.01	0.07 mmHg	0.21
Soto 2015	Educativa (Material didáctico y calendario como recordatorio)	46	Inasistencia a los seguimientos	16 mmHg	<0.001	4 mmHg	0.06
Varleta 2017	Recordatorio Motivacional	62.3	Inasistencia a los seguimientos	8.1 mmHg	NE	3.6 mmHg	NE
Díaz 2018	Educativa	70.8	NE	3 mmHg	NE	2.8 mmHg	NE
Castro 2018	Educativa	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Soler 2021	Educativa	44.4 AT y 55.6 AP	NE	NA	NA	NA	NA
Rivas 2022	Educativa Motivacional Recordatorios	19.3 AT y 75.5 AP	Abandono del estudio	NA	NA	NA	NA
He 2017	Educativa	66.1	Inasistencia a los seguimientos	6.6 mmHg	< 0.001	5.4 mmHg	<0.001

Fuente: Elaboración propia.  
AT: Adherencia total, AP: Adherencia parcial; NE: No específica, NA: No aplica.

Algunos estudios además de la estrategia educativa han considerado aspectos motivacionales y recordatorios para mejorar la adherencia en sus participantes (Restrepo & Maya, 2020). En el estudio de Reiger (2015), realizado en una zona rural de Honduras, llevaron a cabo una intervención en la cual formaron un grupo de tratamiento de hipertensión autofinanciado por la comunidad. Se emplearon tarifas de membresía, con la cual los pacientes obtenían los medicamentos a un costo más bajo (anteriormente dependían de la clínica local con suministro irregular). Al finalizar el estudio, el sistema local del Ministerio de Salud aumentó la provisión de medicamentos antihipertensivos de bajo costo en la localidad y adoptó los protocolos de tratamiento propuestos.

En la intervención planteada por Rivas (2022), se formaron 4 grupos: grupo control y 3 grupos de intervención que recibieron mensajes de texto con diferentes frecuencias, por un período de 2 meses. Se enviaron mensajes de texto de dos tipos: 1) mensajes de recordatorios personalizados con dosis y horario correspondiente y 2) mensajes educativos/

motivadores, enviados aleatoriamente, los cuales incluía información relevante de la hipertensión, además de aspectos nutricionales y de actividad física.

El estudio de Soler (2021) se destaca por ser el único estudio incluido en esta revisión que especifica los elementos teóricos en los que se basa su intervención. Este estudio se basó en el Modelo de Creencias en Salud (MCS) y evaluó tanto los beneficios y como las barreras percibidas por los pacientes en relación con el tratamiento y la dieta. Según el MCS, la probabilidad de que un paciente siga las recomendaciones acordadas con el personal de salud está estrechamente relacionada con la susceptibilidad percibida. Aunque mayoría de los pacientes presentaba severidad percibida media/alta al inicio del estudio, esto no se tradujo en una mejor adherencia. Una posible explicación es que la hipertensión a menudo no presenta síntomas, lo que puede llevar a que pacientes no perciban el diagnóstico de HTA como una amenaza o una condición grave, resultando en una menor AT (Crespo et al., 2023).

### Discusión

Múltiples estudios experimentales realizados en diferentes partes del mundo han reportado intervenciones que han resultado efectivas para el control de la HTA, entre ellas destacan aquellas con enfoque educativo (Alhalaiqa et al., 2012; Svarstad et al., 2013; Saleem et al., 2013; Beune et al., 2014; Insel et al., 2016; Delavar et al., 2019) y las intervenciones basadas en recordatorios por medio de llamadas, mensajes de texto o aplicaciones de dispositivos móviles (Du et al., 2011; Nolan et al., 2018; Márquez et al., 2018; Persell et al., 2020; Gong et al., 2020).

No obstante, la revisión bibliográfica realizada muestra que, aunque existen avances significativos en la literatura global, los estudios experimentales realizados en el contexto latinoamericano son limitados. En la región se enfrentan desafíos como, altos índices de pobreza, una distribución desigual de los recursos y barreras para acceder a servicios de atención médica de calidad oportuna, (Rivas et al., 2022; Varleta et al., 2017; He et al., 2017; Díaz et al., 2018). Este contexto socioeconómico único y las características del sistema de salud latinoamericano requieren intervenciones adaptadas, lo que hace

necesario un enfoque más local y contextualizado en futuras investigaciones.

En el contexto latinoamericano, como referente del problema de acceso farmacológico, encontramos estudios como el de Ortiz (2019), cuyos resultados indican que entre los factores relacionados con la falta de adherencia destacó la polifarmacia (83.3 %) seguida de las dificultades en la obtención del medicamento (72.2 %). Asimismo, el estudio de Romero (2017), destaca que la mediana de medicamentos que toman los pacientes es de 5 pastillas (Q1= 3, Q3=7). Concluyendo que la polifarmacia representa un factor que dificulta la adherencia, debido a que, a mayor número de fármacos y frecuencia de dosificación, menor adherencia, ya que existe una tendencia a la confusión y a los olvidarlos.

En cuanto a las variables atributivas, estudios como los de Sandoval (2014) en Chile y Macquart (2020) en Francia, que indican que los pacientes masculinos más jóvenes y con menor tiempo de evolución de la enfermedad, presentan menor adherencia, por el contrario, Romero (2017) no encontró diferencias al estratificar por sexo y edad.

Considerando las dimensiones del fenómeno de adherencia propuestas por la OMS (2016), observamos que la mayoría de los estudios analizados tienden a enfocarse en intervenciones dirigidas a factores individuales, tales como la educación para la alfabetización en salud. Sin embargo, investigaciones previas han mostrado que, aunque la educación es una estrategia importante, por sí sola no suele ser suficiente. La efectividad de las capacitaciones educativas puede disminuir con el tiempo, y su impacto en la adherencia es limitado si no se combina con otras intervenciones estructurales o de apoyo continuo (Berkman et al., 2004; Onzenoort et al., 2012). Esto señala la importancia de no sólo abordar el conocimiento del paciente, sino también los factores emocionales, sociales y logísticos que influyen en su comportamiento.

Por otro lado, existen estudios cuyo enfoque está dirigido a los factores relacionados con el tratamiento, como en los ensayos clínicos: ADVANCE, FEVER, ALLHAT o HOPE, que han analizado combinaciones farmacológicas para

simplificar el tratamiento con la finalidad de facilitar la adherencia al tratamiento.

Los resultados del estudio HOPE 3, en particular, muestran que la terapia combinada con una dosis fija generó una reducción promedio de 6/3 mmHg en la PAS/PAD asociado a una disminución significativa de 27% en el riesgo relativo de muerte cardiovascular, infarto al miocardio e ictus (ALLHAT, 2002; Liu et al., 2005; Sever et al., 2006; Patel, 2007). Si esta estrategia se implementara en América Latina, podría reducirse el riesgo de eventos cardiovasculares en un 15% en pacientes de alto riesgo o mayores de  $\geq$  a 55 años. Sin embargo, la falta de flexibilidad de esta estrategia puede no ser adecuada para todos los pacientes, subraya la necesidad de una personalización del tratamiento, considerando las características clínicas de cada paciente.

Una de las principales limitaciones identificadas en la revisión es la heterogeneidad de los instrumentos utilizados para evaluar la adherencia. Todos los estudios recurren a métodos indirectos, como los autoinformes, los cuales pueden estar sujetos a sesgos de deseabilidad o de memoria. Para obtener una visión más precisa de la adherencia, sería recomendable complementar estos métodos con medidas directas, como la medición de la presión arterial antes y después de las intervenciones.

Además, es importante destacar que no todos los estudios incluidos en esta revisión evaluaron aspectos de la adherencia no farmacológica. Aquellos que si lo hicieron lo abordaron principalmente desde un enfoque cuantitativo, sin profundizar en los motivos por los cuales presentan dificultades para seguir las recomendaciones del personal de salud. En el estudio de He (2017), por ejemplo, la actividad física, el consumo de alcohol y el tabaquismo se utilizaron solo como variables descriptivas de la muestra, sin ahondar en los motivos por los cuales los pacientes no cumplían con las recomendaciones. Estos datos se utilizaron para establecer un estado basal antes de la intervención y ajustar los resultados posteriormente según edad, sexo y nivel de actividad física.

En cuanto a la adherencia a un régimen alimenticio saludable, los estudios revisados como el de Soler (2021) y Márquez (2015), indican que la mayoría de

los pacientes con hipertensión no siguen las recomendaciones higiénico-dietéticas. Estos hallazgos sugieren que las intervenciones educativas, por sí solas, no son suficientes para inducir cambios significativos en los hábitos alimenticios. En cambio, se requiere una combinación de estrategias, como el uso de tecnologías, retroalimentación continua y apoyo social, para lograr un cambio duradero en el comportamiento de los pacientes.

Por otro lado, las intervenciones basadas en el uso de tecnologías, como los mensajes de texto y las aplicaciones móviles para brindar información dietética, han mostrado resultados prometedores en algunos estudios (Varleta, 2017; Franco, 2018). Sin embargo, al igual que con otros tipos de intervención, los resultados sobre la adherencia farmacológica y no farmacológica a menudo se reportan de manera conjunta, lo que dificulta la evaluación precisa del impacto de cada componente por separado.

Con respecto a las fortalezas de este estudio se destaca la amplia variedad de enfoques metodológicos y la identificación de intervenciones efectivas en el control de la HTA a nivel global. A pesar de ello, la revisión realizada subraya la necesidad de realizar más estudios en el contexto latinoamericano, centrados en los factores locales que afectan la adherencia al tratamiento.

Se propone un enfoque integral, que combine intervenciones educativas, el uso de dispositivos móviles y estrategias de simplificación del régimen farmacológico, considerando barreras psicosociales y problemas de acceso, para mejorar el control de la hipertensión en la región. Además, los resultados sugieren la importancia de estudios cualitativos que exploren los factores emocionales, sociales y logísticos que dificultan la adherencia al tratamiento. En conjunto, estos hallazgos proporcionan una base valiosa para el diseño e implementación de programas de intervención basados en evidencia, adaptados a las necesidades de la población.

### Conclusiones

En los estudios revisados, se observó que, aunque las intervenciones educativas son comunes para mejorar la adherencia al tratamiento de la HTA, su efectividad es limitada debido a la complejidad del fenómeno, que involucra factores biológicos, psicológicos y sociales. En Latinoamérica, la

investigación experimental es escasa y carece de marcos teóricos claros. Los resultados sugieren que las intervenciones más efectivas combinan educación con tecnologías de apoyo y retroalimentación positiva, aunque ninguna estrategia aislada ha demostrado ser suficiente para lograr cambios sostenibles en la adherencia al tratamiento.

### Bibliografía

- Achury-Saldaña, D., Rodríguez, S. M., Achury-Beltrán, L. F., & Padilla-Velasco, M. P. (2013). Efecto de un plan educativo en la capacidad de agencia de autocuidado del paciente con hipertensión arterial en una institución de segundo nivel. *Aquichan*, 13(3), 363-372. <https://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/2293/html>
- Alhalaiqa, F., Deane, K. H. O., Nawafleh, A. H., Clark, A., & Gray, R. (2012). Adherence therapy for medication non-compliant patients with hypertension: A randomised controlled trial. *Journal of Human Hypertension*, 26(2), 117-126. DOI:10.1038/jhh.2010.133
- ALLHAT Officers and Coordinators for the ALLHAT Collaborative Research Group. (2002). Major outcomes in high-risk hypertensive patients randomized to angiotensin-converting enzyme inhibitor or calcium channel blocker vs diuretic: The Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial (ALLHAT). *JAMA*, 288(23), 2981-2997. DOI: 10.1001/jama.288.23.2981
- Álvarez-Yáñez, D. M., & Reyes-González, C. X. (2022). Relación entre sobrecarga del cuidador y agencia de autocuidado del paciente de cirugía cardíaca en Cúcuta, Colombia. *Revista CUIDARTE*13(2), 1-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=359573140017>
- Berkman, N. D., DeWalt, D. A., Pignone, M. P., Sheridan, S. L., Lohr, K. N., Lux, L., et al. (2004). *Literacy and health outcomes* (Evidence Report/Technology Assessment No. 87). Agency for Healthcare Research and Quality. <https://corpora.tika.apache.org/base/docs/govdocs1/007/007074.pdf>
- Beune, E. J. A. J., Moll van Charante, E. P., Beem, L., Mohrs, J., Agyemang, C. O., Ogedegbe, G., & Haafkens, J. A. (2014). Culturally adapted hypertension education to improve blood pressure control and treatment adherence in patients of African origin with uncontrolled hypertension: Cluster-

- randomized trial. *PLoS ONE*, 9(3), e90103. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090103>
- Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D. et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews *BMJ*; 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Castro Espinosa, J., Molineros Gallón, L., Pino, M. E., & Osada, J. (2014). Adherencia terapéutica en hipertensión arterial sistémica y enfermedad cardiovascular: Factores asociados en adultos en Chile. *Revista de Salud Pública*, 16(4), 509-521. <https://doi.org/10.15446/rsap.v16n4.39816>
- Chávez, O., Morales, G., Marcos, R., & Carpio, C. (2020). Adherencia terapéutica, interacción equipo médico-paciente y justicia social en población indígena Mixteca de Guerrero, México. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 20(1). <https://doi.org/10.18359/rlbi.4142>
- Corrao, G., Parodi, A., Zambon, A., et al. (2010). Reduced discontinuation of antihypertensive treatment by two-drug combination as first step: Evidence from daily life practice. *Journal of Hypertension*, 28, 1584-1590. DOI: 10.1097/HJH.0b013e328339f9fa
- Crespo Tejero, N., Rubio Franco, V. J., Casado Morales, M. I., Sánchez Martos, J., & Campo Sien, C. (2000). Factores moduladores de la adherencia farmacológica en hipertensión arterial: Estudio exploratorio. *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 17(1). [https://doi.org/10.1016/S1889-1837\(00\)71002-6](https://doi.org/10.1016/S1889-1837(00)71002-6)
- Dailey, G., Kim, M. S., & Lian, J. F. (2001). Patient compliance and persistence with antihyperglycemic drug regimens: Evaluation of a Medicaid patient population with type 2 diabetes mellitus. *Clinical Therapeutics*, 23(6), 1211-1220. [https://doi.org/10.1016/s0149-2918\(01\)80110-7](https://doi.org/10.1016/s0149-2918(01)80110-7)
- Delavar, F., Pashaeypoor, S., & Negarandeh, R. (2019). The effects of self-management education tailored to health literacy on medication adherence and blood pressure control among elderly people with primary hypertension: A randomized controlled trial. *Patient Education and Counseling*. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2019.08.028>
- Díaz Piñera, A., Rodríguez Salvá, A., García Roche, R., Carbonell García, I., & Achiong Estupiñán, F. (2018). Resultados de una intervención para la mejora del control de la hipertensión arterial en cuatro áreas de salud. *Revista Finlay*, 8(3), 180-189. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2221-24342018000300002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342018000300002)
- Du, H. Y., Zecchin, N. P., Denniss, R., Salamonson, Y., Everett, B., Currow, D., et al. (2011). An intervention to promote physical activity and self-management in people with stable chronic heart failure: The Home-Heart-Walk study: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 12, 63. DOI: 10.1186/1745-6215-12-63
- Gong, K., Yan, Y.-L., Li, Y., Du, J., Wang, J., Han, Y., & She, Q. (2020). Mobile health applications for the management of primary hypertension. *Medicine*, 99(16), e19715. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000019715>
- He, J., Irazola, V., Mills, K. T., Poggio, R., Beratarrechea, A., Dolan, J., et al. (2017). Effect of a community health worker-led multicomponent intervention on blood pressure control in low-income patients in Argentina. *JAMA*, 318(11), 1016. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.11358>
- Higuera, E., Rojas, M., & Garzón, D. I. (2015). Experiencia de hipertensión arterial en la relación paciente, familia y contexto de ayuda. *Revista de Salud Pública*, 17(6), 874-885. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n6.49228>
- Hutton, B., Catalá-López, F., & Moher, D. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Medicina Clínica*, 147(6), 262-266. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025>
- Insel, K. C., Einstein, G. O., Morrow, D. G., Koerner, K. M., & Hepworth, J. T. (2016). Multifaceted prospective memory intervention to improve medication adherence. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(3), 561-568. <https://doi.org/10.1111/jgs.14032>
- Law, M. R. (2003). Value of low dose combination treatment with blood pressure lowering drugs: Analysis of 354 randomised trials. *BMJ*, 326, 1427-1430.
- Leong, D. P., Joseph, P. G., McKee, M., Anand, S. S., Teo, K. K., Schwalm, J. D., et al. (2017). Reducing the global burden of cardiovascular disease, part 2. *Circulation Research*, 121(6), 695-710. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.311849>
- Liu, L., Zhang, Y., Liu, G., et al. (2005). The Felodipine Event Reduction (FEVER) Study: A randomized long-term placebo-controlled trial in Chinese hypertensive

- patients. *Journal of Hypertension*, 23, 2157-2172. DOI: 10.1097/01.hjh.0000194120.42722.ac
- Lozada, A., Piscocoy, J., Shiraiishi, C., & Mendieta, W. (2020). Calidad de vida y adherencia terapéutica en un programa de hipertensión arterial. *Revista de Salud Pública*, 22(6), 618-625. <https://doi.org/10.15446/rsap.v22n6.88007>
- Macquart, D., Kramoh, K. E., Bara Diop, I., Nhavoto, C., Balde, D. M., Ferreira, B., et al. (2020). Poor adherence to medication and salt restriction as a barrier to reaching blood pressure control in patients with hypertension: Cross-sectional study from 12 sub-Saharan countries. *Archives of Cardiovascular Diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2019.11.009>
- Márquez Contreras, E., Márquez Rivero, S., Rodríguez García, E., López-García-Ramos, L., Pastoriza Vilas, J. C., & Baldonado Suárez, A. (2018). Specific hypertension smartphone app to improve medication adherence in hypertension: A cluster-randomized trial. *Current Medical Research and Opinion*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/03007995.2018.1549026>
- Márquez-Hernández, V. V., Granados Gámez, G., & Roales-Nieto, J. G. (2015). Aplicación de un programa de mejora de la adherencia en pacientes hipertensos debutantes. *Atención Primaria*, 47(2), 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2014.03.009>
- Mejía, J., & Gómez, S. A. (2017). Trayectoria de vida familiar y estilos de vida: Hipertensión arterial y diabetes mellitus II. *Revista de Salud Pública*, 19(3), 291-296. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.35581>
- Mills, K. T., Bundy, J. D., Kelly, T. N., et al. (2016). Global disparities of hypertension prevalence and control: A systematic analysis of population-based studies from 90 countries. *Circulation*, 134(6), 441-450. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912>
- Nogués, X., Sorli, M. L., & Villar, J. (2007). Instrumentos de medida de adherencia al tratamiento. *Anales de Medicina Interna*, 24(3), 138-141. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S021271992007000300009&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S021271992007000300009&lng=es&tlng=es)
- Nolan, R. P., Feldman, R., Dawes, M., Kaczorowski, J., Lynn, H., Barr, S. I., et al. (2018). Randomized controlled trial of e-counseling for hypertension. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 11(7), e004420. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.117.004420>
- van Onzenoort, H. A. W., Verberk, W. J., Kroon, A. A., Kessels, A. G. H., Neef, C., van der Kuy, P.-H. M., & de Leeuw, P. W. (2012). Electronic monitoring of adherence, treatment of hypertension, and blood pressure control. *American Journal of Hypertension*, 25(1), 54-59. <https://doi.org/10.1038/ajh.2011.153>
- Ortiz Vázquez, D., Bandera Ramírez, M., González Gámez, S., Figueroa Sarmiento, L. D., & Veloz, V. E. (2019). Adherencia terapéutica y conocimientos sobre hipertensión arterial en una muestra de pacientes adultos. *MEDISAN*, 23(4), 632-643. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368460425004>
- Patel, A. (2007). Effects of a fixed combination of perindopril and indapamide on macrovascular and microvascular outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus (the ADVANCE trial): A randomised controlled trial. *The Lancet*, 370, 829-840. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)61303-8
- Persell, S. D., Peprah, Y. A., Lipiszko, D., Lee, J. Y., Li, J. J., Ciolino, J. D., et al. (2020). Effect of home blood pressure monitoring via a smartphone hypertension coaching application or tracking application on adults with uncontrolled hypertension. *JAMA Network Open*, 3(3), e200255. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.0255>
- PRISMA (s.f.). *PRISMA 2020 statement*. The PRISMA Group. <https://www.prisma-statement.org/>
- Reiger, S., Harris, J. R., Chan, K. C. G., Oqueli, H. L., & Kohn, M. (2015). A community-driven hypertension treatment group in rural Honduras. *Global Health Action*, 8(1), 28041. <https://doi.org/10.3402/gha.v8.28041>
- Restrepo, M. C., & Maya, A. M. (2020). “Estableciendo vínculos dialógicos que alivian”: Una mirada desde el patrón estético. *Revista CUIDARTE*, 11(2), 1-11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=359565318015>
- Rezende, R., Assumpção, D., & Stolses, P. M. (2021). Hipertensión arterial autorreferida en adultos mayores brasileños: Uso de medicación y recomendaciones para el control. *Revista de Salud Pública*, 23(4), 1-8. <https://doi.org/10.15446/rsap.v23n4.93287>
- Rivas, G. M., Pino, M. E., Díaz, C., & Osada, J. (2022). Efecto del uso de mensajes de texto en dispositivos de telefonía móvil en la adherencia al tratamiento de hipertensión arterial. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*,



33. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40823252012>
- Romero, G. S. L., Parra, D. I., Sánchez, R. J. M., & Rojas, L. Z. (2017). Adherencia terapéutica de pacientes con hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2 de Bucaramanga, Colombia. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 49(1), 37-44. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343850079005>
- Saleem, F., Hassali, M. A., Shafie, A. A., Ul Haq, N., Farooqui, M., Aljadhay, H., & Ahmad, F. U. D. (2013). Pharmacist intervention in improving hypertension-related knowledge, treatment medication adherence and health-related quality of life: A non-clinical randomized controlled trial. *Health Expectations*, 18(5), 1270-1281. <https://doi.org/10.1111/hex.12101>
- Sandoval, D., Chacón, J., Muñoz, R., Henríquez, O., Koch, E., & Romero, T. (2014). Influencia de factores psicosociales en la adherencia al tratamiento farmacológico antihipertensivo. Resultados de una cohorte del Programa de Salud Cardiovascular de la Región Metropolitana, Chile. *Revista Médica de Chile*, 142, 1245-1252. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872014001000003>
- Sever, P., Dahlof, B., Poulter, N., et al. (2006). Potential synergy between lipid-lowering and blood-pressure-lowering in the Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial. *European Heart Journal*, 27, 2982-2988. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl403
- Soler-Sánchez, K. R., Soler-Sánchez, Y. M., Pérez-Rosabal, E., Rodríguez-Rodríguez, D. R., & Castañeda-Castro, M. (2021). Programa educativo para favorecer la adherencia terapéutica en pacientes hipertensos de Manzanillo. *Revista Información Científica*, 100(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-99332021000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332021000300007)
- Soto, A., Avila, X., Cordova, P., Fernandez, P., Lopez, M., Villa, L. A., & Morales, F. (2015). Impact of a pharmacotherapy plan to improve adherence for patients with type-2 diabetes and hypertension in a Chilean hospital. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 37(5), 734-738. <https://doi.org/10.1007/s11096-015-0131-2>
- Svarstad, B. L., Kotchen, J. M., Shireman, T. I., Brown, R. L., Crawford, S. Y., Mount, J. K., & Wilson, D. A. (2013). Improving refill adherence and hypertension control in black patients: Wisconsin TEAM trial. *Journal of the American Pharmacists Association*, 53(5), 520-529. <https://doi.org/10.1331/JAPhA.2013.12246>
- Teixeira Medeiros, N., & Magalhães Moreira, T. M. (2012). Avaliação de risco coronariano, adesão terapêutica e qualidade de vida de idosos com hipertensão arterial. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, 25(2), 76-82. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40823252012>
- Varleta, P., Acevedo, M., Akel, C., Salinas, C., Navarrete, C., García, A., & Romero, K. (2017). Lack of knowledge about hypertension and its treatment: A barrier to effective control. *The Journal of Clinical Hypertension*, 19(12), 1276-1284. <https://doi.org/10.1111/jch.13098>
- Velandia, A., & Rivera, L. N. (2009). Agencia de autocuidado y adherencia al tratamiento en personas con factores de riesgo cardiovascular. *Revista de Salud Pública*, 11(4), 538-548. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642009000400005>
- World Heart Federation. (2016, junio). *World Congress of Cardiology & Cardiovascular Health*, México City. [http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/metrics\\_daly/en/](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/)

## Alimentación sostenible para la salud: una visión de la nueva guía alimentaria de México

Sustainable food for health: a vision of the new food guide of Mexico

Jarquín-Izaguirre Luis David\*, Zelaya-Méndez Elsa Gabriela\*, Paiz-Gutiérrez Noe Humberto\*, Montoya-Sánchez Gerson Fabricio\*, Hernández-Santana Adriana\*.

\* Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria, Laboratorio de Nutrición Humana, Honduras.

### RESUMEN

**Introducción:** La nueva Guía Alimentaria de México se enfoca en la promoción de dietas saludables que además de mejorar la salud pública, tienen un menor impacto ambiental. Esta guía destaca la importancia de consumir alimentos frescos, locales y mínimamente procesados, promoviendo patrones alimentarios que no solo mejoren la nutrición y prevengan enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), sino que también contribuyan a la sostenibilidad ambiental. **Objetivo:** Analizar la última versión de las Guías Alimentarias para la Población Mexicana, publicadas en 2023, enfocándose en cómo integran recomendaciones para una alimentación saludable y sostenible. **Conclusión:** El análisis de la Guía Alimentaria para la Población Mexicana 2023 resalta que esta nueva versión incorporando criterios de sostenibilidad, que tiene en cuenta no solo beneficios para la salud pública, sino que también enfatiza criterios para reducir el impacto ambiental de los sistemas alimentarios. Considera que adoptar estas prácticas más responsables pueden ser clave para enfrentar los desafíos alimentarios y ambientales del siglo XXI, promoviendo un bienestar integral y una mejor calidad de vida para los mexicanos. **Palabras Clave:** Alimentación saludable, política alimentaria, seguridad alimentaria.

### ABSTRACT

**Introduction:** Mexico's new Food Guide focuses on promoting healthy diets that, in addition to improving public health, have a lower environmental impact. This guide highlights the importance of consuming fresh, local and minimally processed foods, promoting dietary patterns that not only improve nutrition and prevent chronic non-communicable diseases (NCDs), but also contribute to environmental sustainability. **Objective:** To analyze the latest version of the Dietary Guidelines for the Mexican Population, published in 2023, focusing on how they integrate recommendations for healthy and sustainable eating. **Conclusion:** The analysis of the Food Guide for the Mexican Population 2023 highlights that this new version incorporates sustainability criteria, which take into account not only the benefits to public health, but also emphasizes criteria to reduce the environmental impact of food systems. It considers that adopting these more responsible practices can be key to facing the food and environmental challenges of the 21st century, promoting integral wellbeing and a better quality of life for Mexicans.

**Key words:** Healthy food, food policy, food security.

Correspondencia: Luis David Jarquín Izaguirre [luis.lidji1998@gmail.com](mailto:luis.lidji1998@gmail.com)

Recibido: 25 de mayo 2024, aceptado: 01 de noviembre 2024

©Autor2024



Citation: Jarquín-Izaguirre L.D., Zelaya-Méndez E.G., Paiz-Gutiérrez N.H., Montoya-Sánchez G.F., Hernández-Santana A. (2024) Alimentación sostenible para la salud: una visión de la nueva guía alimentaria de México. Revista Salud Pública y Nutrición, 23 (4), 38-41. <https://doi.org/10.29105/respyn23.4-802>

### **Significancia**

Destaca la relevancia de las recientes pautas alimentarias en México, abordando la crucial intersección entre la salud humana y la sostenibilidad ambiental. En el contexto de las crecientes preocupaciones globales sobre la malnutrición y su impacto en la salud pública. Se analiza críticamente la última versión de la “Guía Alimentaria para la Población Mexicana” publicada el 2023, acentuando su enfoque en la promoción de dietas saludables y menor impacto ambiental, siendo México uno de los primeros países en incorporar el componente ambiental como parte de las medidas de promoción de la salud y la buena alimentación de sus habitantes.

### **Introducción**

En 2017, las dietas no balanceadas fueron la principal causa de enfermedades crónicas y mortalidad, incluyendo enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes tipo 2 (Jones et al., 2022). En paralelo, los esfuerzos globales para combatir el cambio climático han señalado la necesidad de ajustar las dietas para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), particularmente a través de la disminución del consumo de carne y productos lácteos provenientes de rumiantes (Macdiarmid., 2022).

Este enfoque se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030, que buscan promover sistemas alimentarios sostenibles y mejorar la seguridad alimentaria, abordando la creciente prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en todo el mundo. En México, durante los últimos 20 años, los índices de sobrepeso y obesidad han aumentado drásticamente debido a dietas poco saludables, sedentarismo y la abundante disponibilidad de alimentos y bebidas ultraprocesados (UPF) (Martínez-Coronado et al., 2023).

La guía alimentaria es una herramienta educativa clave diseñada para promover hábitos alimentarios saludables entre la población. En el contexto de México, donde las ECNT y los altos índices de sobrepeso y obesidad han alcanzado niveles alarmantes, la última actualización de la guía alimentaria de 2023 presenta un enfoque innovador al incorporar la sostenibilidad ambiental en sus recomendaciones. Esta revisión analiza los mensajes clave de la nueva guía, que no solo buscan mejorar la salud pública, sino también reducir las emisiones de

GEI y fomentar prácticas alimentarias más responsables con el medio ambiente a través de una dieta más sostenible. A continuación, se realiza un análisis de las 10 recomendaciones clave de la guía, enfocadas en su contribución en la salud pública y la sostenibilidad ambiental.

### Mensajes clave que contribuyen con la sostenibilidad ambiental

*Recomendación 1:* La lactancia materna exclusiva durante los primeros seis meses es la opción más saludable para los bebés y la más respetuosa con el medio ambiente. A diferencia de la fórmula infantil, que tiene una huella hídrica considerable (Joffe et al., 2019), la lactancia materna genera mínimas emisiones de GEI y reduce el desperdicio

*Recomendación 2:* Se promueve una dieta rica en frutas, verduras y alimentos de origen vegetal, ya que su producción genera menos emisiones de GEI en comparación con la producción de carne, lo que ayuda a mitigar el calentamiento global (Hallström et al., 2019).

*Recomendación 5:* La guía aboga por reducir el consumo de carne de res y carnes procesadas, favoreciendo fuentes de proteínas más sostenibles como leguminosas, pollo o pescado. Debido a que la producción ganadera es una de las principales fuentes de emisiones de GEI (Bowles et al., 2019).

*Recomendación 6:* Se recomienda reducir el consumo de UPF como embutidos y snacks, cuya producción y transporte generan una huella ambiental significativa. Además, estos alimentos están asociados con el deterioro de la salud pública, aumentando la incidencia de enfermedades crónicas (Moreno., 2023).

*Recomendación 9 y 10:* Promover actividades físicas recreativas como caminar, correr y ciclismo tiene un impacto ambiental positivo porque disminuye la utilización de vehículos motorizado, principal fuente de GEI (Salvo et al., 2021). Además, la complementación de la recomendación 10 “disfrutar los alimentos en familia o con amigos” generan bienestar emocional en las personas que las practican, desarrollando ambientes saludables y sostenibles.

Mensajes clave que contribuyen al consumo de alimentos saludables

*Recomendación 1:* La lactancia materna exclusiva durante los primeros 6 meses de vida contribuye significativamente a la prevención de enfermedades. Los bebés alimentados con leche materna tienen una menor incidencia de enfermedades como gripas, diarrea, alergias, leucemia, menor riesgo de desnutrición y mortalidad infantil. Esto se debe a que la leche materna proporciona nutrientes esenciales y anticuerpos que fortalecen el sistema inmunológico del bebé (Prentice., 2022).

*Recomendación 2:* Incorporar frutas y verduras a la dieta reduce el riesgo de padecer enfermedades como sobrepeso, enfermedades del corazón, hipertensión, infartos, diabetes y Alzheimer. Su consumo promueven la salud cardiovascular, control en los niveles de azúcar en sangre, la reducción de la inflamación y en general incidencia de enfermedades crónicas (Del Río-Celestino y Font., 2020).

*Recomendación 3 y 4:* Se recomienda el consumo de leguminosas como frijoles, lentejas, habas y cereales integrales para una buena salud. Estos alimentos ayudan a reducir el estreñimiento y riesgo de enfermedades como cáncer de colon, diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares y la mortalidad en general (Figueira et al., 2019).

*Recomendación 5 y 6:* La guía alimentaria 2023 también recomiendan reducir el consumo de carnes rojas en especial la de res, carnes procesadas y evitar los UPF, ya que son alimentos ricos en grasas saturadas, sodio, nitritos y nitratos, todos perjudiciales para la salud asociados a enfermedades crónicas. Campos *et al* (2019), sugiere la sustitución por otras fuentes de proteína como pollo, pescado y leguminosas como una medida para mejorar la salud. Los UPF por otra parte, se caracterizan por su elevado contenido de grasas, sal y azúcar; vinculados con una serie de problemas de salud como sobrepeso, obesidad, cáncer, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, depresión y en última instancia, la mortalidad (Elizabeth et al., 2020).

*Recomendación 7:* Enfatiza beber agua natural a lo largo del día y en todas las comidas, en lugar de elegir bebidas azucaradas. Ya que es esencial para mantener una buena salud, y elegirlo como fuente principal de hidratación se considera la opción más

idónea (Salas-Salvado et al., 2020). La ingesta de bebidas azucaradas aumenta el riesgo de presentar sobrepeso, obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares y caries dental (Philipsborn et al., 2019).

*Recomendación 8:* Se hace énfasis en la abstinencia en el consumo de alcohol, ya que generan detrimento de la salud física y mental; incrementando el riesgo de desarrollar cáncer en áreas críticas como la boca, faringe, esófago, estómago, laringe, colon, recto, sistema nervioso central, páncreas y próstata (Zabicky-Sirot., 2020).

*Recomendación 9 y 10:* Se destaca la importancia de la actividad física de forma regular y reducir el tiempo que pasamos en actividades sedentarias. El ejercicio regular también influye positivamente en la salud mental, la calidad de vida y el bienestar en general (Perea-Caballero et al., 2020). En la décima recomendación, se resalta la relevancia de compartir las comidas con familiares o amigos siempre que sea posible, esto facilita la adopción de hábitos alimenticios saludables en conjunto.

### **Conclusiones**

La nueva Guía Alimentaria de México 2023 representa un avance importante en la promoción de una alimentación saludable y sostenible, integrando por primera vez un enfoque que aborda tanto la salud pública como la sostenibilidad ambiental. Su enfoque en la salud y el medio ambiente refleja los compromisos de México con los ODS y la Agenda 2030. En el análisis, se evidenció cómo las recomendaciones proponen cambios significativos en los patrones de consumo, orientados a reducir las ECNT y disminuir el impacto ambiental de los sistemas alimentarios. Sin embargo, su implementación plantea desafíos, particularmente en contextos con acceso limitado a alimentos frescos. Para que estas pautas logren un cambio efectivo, será esencial que se fortalezcan las políticas públicas que promuevan la educación alimentaria, el acceso a alimentos saludables y la adopción de prácticas alimentarias sostenibles, asegurando su viabilidad en todos los sectores de la población.

### **Bibliografía**

Bowles, N., Alexander, S. y Hadjikakou, M. (2019). The livestock sector and planetary boundaries: A 'limits to growth' perspective with dietary implications.

- Ecological Economics*, 160, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.033>
- Campos, H., Momi Chacon, A., Granados Herrera, K., Zamora, A. y Capitan Jiménez, C. (2019). Resumen de primer congreso internacional en nutrición traslacional y salud 2018. *Revista Hispanoamericana De Ciencias De La Salud*, 5(1).
- Del Río-Celestino, M. y Font, R. (2020). The Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Foods*, 9(3), 369. <https://doi.org/10.3390/foods9030369>
- Elizabeth, L., Machado, P., Zinöcker, M., Baker, P. y Lawrence, M. (2020). Ultra-Processed Foods and Health Outcomes: A Narrative Review. *Nutrients*, 12(7), 1955. <https://doi.org/10.3390/nu12071955>
- Figueira, N., Curtain, F., Beck, E. y Grafenauer, S. (2019). Consumer Understanding and Culinary Use of Legumes in Australia. *Nutrients*, 11(7), 1575. <https://doi.org/10.3390/nu11071575>
- Hallström, E., Carlsson-Kanyama, A. y Börjesson, P. (2019). Environmental impact of dietary change: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 91, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.008>
- Joffe, N., Webster, F. y Shenker, N. (2019). Support for breastfeeding is an environmental imperative. *BMJ*, 367, 15646. <https://doi.org/10.1136/bmj.15646>
- Jones, G., Macaninch, E., Mellor, D. D., Spiro, A., Martyn, K., Butler, T., Johnson, A. y Moore, J. B. (2022). Putting nutrition education on the table: Development of a curriculum to meet future doctors' needs. *The British Journal of Nutrition*, 129(6), 1–9. <https://doi.org/10.1017/S0007114522001635>
- Macdiarmid, J. I. (2022). The food system and climate change: Are plant-based diets becoming unhealthy and less environmentally sustainable? *The Proceedings of the Nutrition Society*, 81(2), 162–167. <https://doi.org/10.1017/S0029665121003712>
- Martínez-Coronado, A., Lazarevich, I., Gutiérrez, R., Mejía, M., Leija, G. y Radilla, C. (2023). Construct validity of a questionnaire on eating and physical activity habits for adolescents in Mexico City. *Healthcare*, 11(2314).
- Perea-Caballero, A. L., López-Navarrete, G. E., Perea-Martínez, A., Reyes-Gómez, U., Santiago-Lagunes, L. M., Ríos-Gallardo, P. A., Lara-Campos, A. G., González-Valadez, A. L., García-Osorio, V., Hernández-López, M. A., Solís-Aguilar, D. C. y de la Paz-Morales, C. (2020). Importancia de la actividad física. *Salud Jalisco*, 6(2), 121-125. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?idarticulo=91852>
- Philipsborn, P. von, Stratil, J. M., Burns, J., Buser, L. K., Pfadenhauer, L. M., Polus, S., Holzapfel, C., Hauner, H. y Rehfues, E. (2019). Environmental interventions to reduce the consumption of sugar-sweetened beverages and their effects on health. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6(6), CD012292. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012292.pub2>
- Prentice, A. M. (2022). Breastfeeding in the Modern World. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 78(2), 29–38. <https://doi.org/10.1159/000524354>
- Salas-Salvado, J., Maraver, F., Rodríguez-Mañas, L., Sáenz de Pipaon, M., Vitoria, I. y Moreno, L. A. (2020). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutricion Hospitalaria*, 37(5), 1072–1086. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=s0212-16112020000700026&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=s0212-16112020000700026&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Salvo, D., Garcia, L., Reis, R. S., Stankov, I., Goel, R., Schipperijn, J., Hallal, P. C., Ding, D. y Pratt, M. (2021). Physical Activity Promotion and the United Nations Sustainable Development Goals: Building Synergies to Maximize Impact. *Journal of Physical Activity & Health*, 18(10), 1163–1180. <https://doi.org/10.1123/jpah.2021-0413>
- Zabicky-Sirot, G. (2020). Salud mental y consumo de alcohol. *Revista Internacional De Investigación En Adicciones*, 6(2), 3–5. <https://doi.org/10.28931/riiad.2020.2.01>