

ALAN-VE ISSN0004-0622

Depósito Legal: pp 199602DF83

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en Archivos).

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals); 3. Papers in applied nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application), and 4. Letters to Editor (short comments of general interest or about scientific facts and results previously published in Archives).

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN está registrado en ASEREME e indizado en la siguientes Bases de Datos: LILACS/CD ROM, Abstract on Higiene and Communicable Diseases, Chemical Abstracts, Current Contents, Dairy Science Abstracts, Field Crops Abstracts, Food Science and Technology Abstracts, Horticultural Science Abstracts, Index Veterinarius, MEDLINE, Nutrition Abstracts and Review, Nutrition Research Newsletter, Ornamental Horticulture, Plant Breeding Abstracts, Rice Abstracts, Seed Abstracts, Veterinary Bulletin y Wheat, Barley and Triticale Abstracts, entre otros.

ALAN se edita en Venezuela desde 1992, bajo la responsabilidad del Capítulo Venezolano de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

La Fundación para la Alimentación y Nutrición “José María Bengoa”, el Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo, CANIA y el Instituto Nacional de Nutrición colaboran con esta publicación.

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

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

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

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

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

**Impresión:** Gráficas Jaes, C.A. Caracas, Venezuela. Teléfono: (0212) 6316187

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Revista Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 71

DICIEMBRE 2021

Nº 4

---

### Contenido

Páginas

#### ARTÍCULOS ORIGINALES

**Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (*Erythrina edulis*)**

*Fulgencio Vilcanqui-Pérez, Guadalupe Chaquilla-Quilca, Víctor Hugo Sarmiento Casavilca, Candy Naya Céspedes Orosco, Yeni Ventura Saldívar, Paola Cortés-Avendaño. ....* 241

**Talla baja y sobrepeso en menores de 5 años que habitan la Sierra Tarahumara, México**

*Ana Lilia Lozada-Tequeanes, Armando García-Guerra, Fabiola Mejía-Rodríguez, Anabelle Bonvecchio Arenas. ....* 252

**Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers**

*Pere Riutord Sbert, Bartomeu Riutord Fe, Neus Riutord Fe, Sebastiana Arroyo Bote, Ángel Arturo López González, José Ignacio Ramírez Manent. ....* 261

**Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola**

*Yazareni José Mercadante Urquí, Ana Carolina Souza Silva, Luciana Neri Nobre. ....* 270

**Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia**

*José Antonio Roldan Amaro, Marsela Alejandra Álvarez Izazaga, Nazira Calleja, Eric Uriel Ramírez Sánchez, María del Refugio Carrasco Quintero, José Ángel Ledesma Solano, Adolfo Chávez Villasana. ....* 281

**Efecto del comportamiento del peso materno en el peso del neonato**

*Daniela Ramírez-Montoya, Víctor Daniel Calvo-Betancur, Sandra L. Restrepo-Mesa. ....* 290

**Administración crónica de cafeína evita la alteración de la glucosa postprandial en ratas**

*Karina Ruiz-Torres, Diana Laura Hernández de los Ríos, Carmen Alejandrina Virgen-Carrillo, Jessica Elizabeth Pineda-Lozano, Alma Gabriela Martínez Moreno. ....* 300

**INFORMACION PARA LOS AUTORES. ....** 310

**INDICE DE AUTORES. ....** 313

**INDICE DE MATERIAS. ....** 318

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

VOL 71

DECEMBER 2021

Nº 4

---

### Contents

Pages

#### ORIGINAL ARTICLE

<b>Effect of sprouting on the nutritional characteristics, bioactive and functional properties of basul (<i>Erythrina edulis</i>)</b> <i>Fulgencio Vilcanqui-Pérez, Guadalupe Chaquilla-Quilca, Víctor Hugo Sarmiento Casavilca, Candy Naya Céspedes Orosco, Yeni Ventura Saldívar, Paola Cortés-Avendaño.</i> .....	241
<b>Stunting and overweight in children under 5y who inhabit the Sierra Tarahumara in northern Mexico</b> <i>Ana Lilia Lozada-Tequeanes, Armando García-Guerra, Fabiola Mejía-Rodríguez, Anabelle Bonvecchio Arenas.</i> .....	252
<b>Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers</b> <i>Pere Riutord Sbert, Bartomeu Riutord Fe, Neus Riutord Fe, Sebastiana Arroyo Bote, Ángel Arturo López González, José Ignacio Ramírez Manent.</i> .....	261
<b>Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola</b> <i>Yazareni José Mercadante Urquía, Ana Carolina Souza Silva, Luciana Neri Nobre.</i> .....	270
<b>COVID-19 mortality in Mexico and metabolic diseases during a critical pandemic year</b> <i>José Antonio Roldan Amaro, Marsela Alejandra Álvarez Izazaga, Nazira Calleja, Eric Uriel Ramírez Sánchez, María del Refugio Carrasco Quintero, José Ángel Ledesma Solano, Adolfo Chávez Villasana.</i> .....	281
<b>Effect of the behavior of maternal weight on the weight of the newborn</b> <i>Daniela Ramírez-Montoya, Víctor Daniel Calvo-Betancur, Sandra L. Restrepo-Mesa.</i> .....	290
<b>Chronic caffeine administration prevents postprandial glucose disturbance in rats</b> <i>Karina Ruiz-Torres, Diana Laura Hernández de los Ríos, Carmen Alejandrina Virgen-Carrillo, Jessica Elizabeth Pineda-Lozano, Alma Gabriela Martínez Moreno.</i> .....	300
<b>INFORMATION FOR AUTHORS.</b> .....	310
<b>AUTHORS INDEX.</b> .....	313
<b>SUBJECTS INDEX.</b> .....	318

## Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (*Erythrina edulis*)

Fulgencio Vilcanqui-Pérez<sup>1\*</sup>,  Guadalupe Chaquilla-Quilca<sup>1</sup>,  Víctor Hugo Sarmiento Casavilca<sup>1</sup>,   
Candy Naya Céspedes Orosco<sup>1</sup>,  Yeni Ventura Saldívar<sup>1</sup>,  Paola Cortés-Avenidaño<sup>2</sup>. 

**Resumen: Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (*Erythrina edulis*).** **Introducción.** El basul es el fruto de la planta *Erythrina edulis* que posee un alto contenido de proteínas, fibra dietética y antioxidantes, pero también con contenido de antinutrientes. **Objetivo.** El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de las semillas de basul. **Materiales y métodos.** Mediante un diseño aleatorizado con arreglo factorial de 2x2x2 (tiempo de remojo, tiempo de germinado, presencia o ausencia de luz), las semillas de basul fueron germinadas y convertidas en harina (HBG) para determinar la composición proximal y la digestibilidad *in vitro* de la proteína. Además, se ha determinado los fenoles totales (CFT), la capacidad antioxidante (métodos ABTS y DPPH) y las propiedades de hidratación y adsorción de aceite. **Resultados.** Las diferentes condiciones de germinado no han modificado la composición proximal de la HBG; sin embargo, la digestibilidad *in vitro* de la proteína incrementó hasta en 6,25% en uno de los tratamientos respecto a la muestra no germinada. El CFT, también ha incrementado de 241,49 mg AGE/100g (sin germinar) a 267,15 mg AGE/100g (germinado); al igual que la capacidad antioxidante (ABTS) de 173,04 μmolTE/g (sin germinar) a 195,67 μmolTE/g (germinado). También se tuvo incrementos en la solubilidad, la capacidad de absorción de agua y la capacidad de hinchamiento. **Conclusión.** La calidad de la proteína, el contenido de fenoles totales, la capacidad antioxidante y propiedades funcionales de interacción con el agua de la semilla de basul mejora con el germinado. **Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 241-251.**

**Palabras clave:** Basul, germinado, digestibilidad *in vitro*, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante.

**Abstract: Effect of sprouting on the nutritional characteristics, bioactive and functional properties of basul (*Erythrina edulis*).** **Introduction.** Basul is the fruit of the *Erythrina edulis* plant. It has a high content of proteins, dietary fiber, and antioxidants, but it also contains antinutrients. **Objective.** The study objective was to evaluate the effect of sprouting on the nutritional characteristics, bioactive and functional properties of basul seeds. **Materials and methods.** Basul seeds were germinated to produce flour (HBG) and determine its proximal composition and *in vitro* digestibility of the protein through a randomized design with a 2x2x2 factorial arrangement (soaking time, germination time, and presence or absence of light). Total phenols (CFT), antioxidant capacity (ABTS and DPPH methods), and hydration and oil adsorption properties were also determined. **Results.** The different germination conditions did not modify the proximal composition of HBG. However, the *in vitro* digestibility of the protein increased up to 6.25% in one of the treatments compared to the non-germinated sample. The CFT also increased from 241.49 mg AGE/100g (without germination) to 267.15 mg AGE/100g (germinated) and the antioxidant capacity (ABTS) from 173.04 μmolTE/g (without germination) to 195.67 μmolTE/g (germinated). Solubility, water absorption capacity, and swelling capacity also increased. **Conclusion.** The quality of the protein, the content of total phenols, the antioxidant capacity, and the functional properties of interaction with the water of the basul seed improved with germination. **Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 241-251.**

**Keywords:** Basul, germinated, *in vitro* digestibility, phenolic compounds, antioxidant capacity

### Introducción

En el mundo existe una gran diversidad de plantas subutilizadas que crecen en las regiones templadas, tropicales y subtropicales que han sido reconocidas por sus beneficios para la salud humana debido al contenido de compuestos nutritivos, no nutritivos y bioactivos (1).

<sup>1</sup>Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Apurímac, Perú. <sup>2</sup>Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

Autor para la correspondencia: Fulgencio Vilcanqui-Pérez, E-mail: fvilcanqui@unamba.edu.pe

Dentro de la diversidad de especies originarias del Perú, la *Erythrina edulis* es una planta que crece con mucha facilidad en los valles interandinos y según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre SERFOR-Perú, es considerada en estado silvestre. Esta planta produce vainas alargadas que contienen a las semillas perteneciente al grupo de las legumbres, que adoptan diferentes denominaciones tales como basúl, pajuro, poroto, planta de agua o chachafruto, dependiendo de la región de producción (2). Las legumbres en general, son excelentes fuentes de proteínas, carbohidratos complejos, fibra dietética, vitaminas y minerales esenciales (3); al igual que en el contenido de compuestos bioactivos (flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos, aceites esenciales y carotenoides) (4). Por otro lado, las proteínas de las legumbres son buenos complementos de las proteínas de otras fuentes vegetales, aportando aminoácidos esenciales tales como la lisina, leucina, ácido aspártico, ácido glutámico y arginina (5). Sin embargo, uno de los inconvenientes de las legumbres es el contenido de taninos pertenecientes al grupo de los polifenoles, que forman complejos insolubles con las proteínas y reducen su digestibilidad. La presencia del ácido fítico o fitatos, es otro anti nutriente que reduce la biodisponibilidad de minerales ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) y oligoelementos como  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{Mn}^{2+}$  (6). Para la reducción de estos efectos adversos, se han diseñado diferentes métodos de tratamiento como el remojo, germinado y cocción (7). El proceso de remojo y germinado de las semillas involucra una serie de cambios fisicoquímicos, tales como la producción de compuestos más simples a partir de las proteínas y carbohidratos de almacenamiento debido a la intensa actividad metabólica que experimenta la semilla. Estos cambios reducen los factores antinutricionales e incrementan la digestibilidad de las proteínas y los carbohidratos, la biodisponibilidad de los minerales y el contenido de las vitaminas (8). Otro aspecto importante del proceso de germinado es el efecto que tiene sobre las propiedades funcionales, tal como la solubilidad de las proteínas que afecta en la capacidad emulsificante, formación de la espuma y gelificación (9). Finalmente, existen estudios que demuestran el incremento del contenido de

compuestos fenólicos y de la actividad antioxidante en leguminosas y cereales germinados (10).

El efecto del proceso de germinado sobre los valores nutricionales y las propiedades funcionales, en gran medida dependen de las condiciones físicas en las que se llevan a cabo, entre ellos el tiempo de remojo y germinado, presencia o ausencia de la luz, factores que juegan un papel importante (11). Sin embargo, la literatura carece de información sobre el efecto del proceso de germinado, remojo y condiciones de iluminación sobre las características nutricionales, bioactivas y funcionales del basul. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las diferentes condiciones de germinado sobre los valores nutricionales, los compuestos fenólicos totales, la actividad antioxidante y las propiedades funcionales en las semillas de basul.

## **Materiales y métodos**

### *Recolección, germinado y obtención de la harina de basul*

Las semillas de basul fueron recolectadas en la comunidad de Cruzpata, distrito de Lambrama, región de Apurímac, Perú; siguiendo las recomendaciones del Servicio Nacional y Forestal de Fauna Silvestre respecto al uso de la flora silvestre (Autorización N° 120-2019-MINAGRI-SERFOR/ATFFS-APURÍMAC). Inmediatamente las semillas de basul fueron seleccionadas, clasificadas, lavadas y desinfectadas con hipoclorito de sodio a 25 ppm de cloro libre residual por 10 min. Con la adición de agua destilada, las semillas fueron remojadas por 18 y 24 h, respectivamente; luego germinadas por 96 y 144 h, respectivamente en condiciones de luz u oscuridad. Las semillas germinadas fueron secadas en una estufa (Memmert UF55Plus) de circulación de aire forzada a 60 °C por 15 h; posteriormente molidas y tamizadas (RETSCH AS200 en el rango de diámetro de  $15 < d < 60 \mu\text{m}$ ).

### *Características nutricionales*

En las muestras de las harinas (sin germinar y germinada) de basul fueron determinadas el contenido de humedad, proteínas (N x 6.25), grasa, fibra cruda, ceniza y el extracto libre de nitrógeno (ELN) por los métodos AOAC (2003) (12).

La digestibilidad *in vitro* de la proteína se determinó por el método enzimático (13). Se preparó una solución con las enzimas pepsina y pancreatina (SIGMA- Aldrich), sobre el cual se agregó la harina de las muestras germinadas;

posteriormente fueron digeridas en condiciones de pH 8, 37 °C y 10 min en un baño maría (Memmert WNE22). La digestibilidad *in vitro* de la proteína fue calculada con la ecuación (1).

$$y=210,46-18,10x \quad (1)$$

Donde x, es el pH de la suspensión proteica después de 10 min de digestión con la solución multienzimática; y, es el porcentaje de hidrólisis de la proteína.

*Propiedades bioactivas (compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante)*

El contenido de compuestos fenólicos totales de la semilla de basul, fue determinado por el método de Folin-Ciocalteu (14). Se prepararon reactivos: a) metanol al 80% (400 mL de metanol aforado con agua destilada en una fiola de 500 mL); b) solución de carbonato de sodio al 7,5% (g/L); c) reactivo de Folin- Ciocalteu 1N (1000 µL de reactivo Folin y 1000 µL de agua destilada) que fue almacenada en frasco ámbar. Para la obtención de los extractos fenólicos de la harina de basul, se pesaron 0,5 g de harina en tubos cónicos de 50 mL y se mezclaron con 10 mL de metanol al 80%, luego se agitaron por 30 s en vórtex y se dejó reposar por 24 h a 4 °C en refrigeración. Las muestras fueron centrifugadas a 4000 rpm por 15 min. Seguidamente, el sobrenadante fue separado y se registró el volumen obtenido. Los extractos fueron almacenados en frascos ámbar a -20 °C en oscuridad para los análisis posteriores. La determinación de los compuestos fenólicos se realizó en tubos de vidrio, para esto, se tomó 500 µL de extracto, 250 µL del reactivo Folin Ciocalteu 1N, 8 mL de agua destilada y 1250 µL de la solución de carbonato de sodio. La solución se homogenizó en un vórtex y se dejó reposar por 30 min en oscuridad y luego se procedió a la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro UV-VIS a 755 nm. El contenido de compuestos fenólicos totales fue calculado a través de una curva estándar (ecuación 2).

$$y=4,7179x-0,0085 \quad (2)$$

Donde y, es la absorbancia; x, miligramos de ácido gálico equivalente (AGE) por mililitro.

La capacidad antioxidante se determinó por el método 1,1-Difenil-picrilhidrazilo radical (DPPH) (15). Para esto, se emplearon extractos metanólicos de la harina de basul. 150 mL del extracto fueron mezclados con 2850 mL del radical DPPH e incubadas por 30 min en oscuridad a temperatura

ambiente y la absorbancia fue medida a 515 nm en el espectrofotómetro GENESYS 20. La capacidad antioxidante fue calculada como equivalente a trolox (µmol de trolox/g b.s.) a partir de una curva de calibración.

Para la capacidad antioxidante por el método ABTS {ácido 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)} (15), se procedió con el pesado de 78,4 mg del reactivo A (disolución ABTS) y luego se aforó con agua destilada en una fiola de 10 mL. Para el reactivo B se disolvió 13,2 mg de persulfato de potasio en agua destilada y se aforó en una fiola de 10 mL. Por otro lado, se preparó la solución madre de ABTS mezclando volúmenes iguales de los reactivos A y B y se dejó reposar a 4 °C por 12 h en condiciones de oscuridad. Transcurrido el tiempo se preparó la solución de trabajo ABTS mediante la dilución de la solución madre ABTS y el metanol puro en una relación de 1:60. Para 120 mL de metanol fue empleado 2 ml de solución madre ABTS y luego se llevó a una absorbancia de  $1,1 \pm 0,02$  a 734 µm. Finalmente, se midió la capacidad antioxidante de las muestras. Los extractos de basul sin germinar y germinado (150 mL), se mezclaron con 2850 µL de ABTS, permitiendo la reacción hasta una absorbancia constante a longitud de onda 734 µm. La capacidad antioxidante fue calculada como equivalente a trolox (µmol de trolox/g b.s.) a partir de una curva de calibración.

*Propiedades funcionales*

La solubilidad en agua (SA) fue determinada mediante la mezcla de la harina con agua destilada al 1% (p/v) y calentada a 90 °C por 30 min en un baño de agua con agitación. Las mezclas enfriadas a temperatura ambiente fueron centrifugadas a 3000 g por 30 min. El sobrenadante fue recuperado en un recipiente y secado en una estufa con circulación de aire forzada a 105°C por 2 h. Los resultados de la solubilidad en agua fueron calculados por diferencia de pesos en % (16).

La capacidad de absorción de agua (CAA) y la capacidad de retención de agua (CRA), fueron determinadas por medio de la hidratación de 100

mg de la muestra en 10 mL de agua destilada, luego agitadas en un vórtex hasta obtener una mezcla homogénea. Para la CAA, las harinas hidratadas se dejaron a temperatura ambiente por una hora y para la CRA se almacenaron a 37 °C por 18 h (16). Al finalizar el tiempo, las mezclas fueron centrifugadas a 3000 g por 10 min. El sobrenadante fue retirado y luego registrado el peso de la muestra sedimentada. Los resultados fueron calculados con la ecuación (3) y fueron expresados en g de agua absorbida o retenida por g de materia seca.

$$CAA \text{ y } CRA = (m_2 - m_1) / m_1 \quad (3)$$

Donde  $m_1$  es el peso seco de la muestra (g);  $m_2$ , es el peso de la muestra húmeda (g).

Para la capacidad de adsorción de aceite (CAAc), se pesó 200 mg de harina en tubos cónicos y se añadió 10 mL de aceite. Las muestras fueron agitadas en un vórtex hasta obtener una mezcla homogénea y se almacenaron por 18 h a temperatura ambiente. Al finalizar el tiempo se centrifugó a 3000 g por 20 min. El aceite sobrenadante fue removido y el resultado fue calculado con la ecuación (4) y se expresaron en g de aceite adsorbido por g de materia seca (g/g).

$$CAAc = (m_2 - m_1) / m_1 \quad (4)$$

Donde  $m_1$ , es el peso seco de la muestra (g);  $m_2$ , es el peso de la muestra con aceite (g)

La capacidad de hinchamiento (CH) se determinó mediante la adición de 100 mg de harina en tubos con graduación volumétrica de 0,2 mL y se agregó 15 mL de agua destilada. Las muestras se agitaron suavemente en un vórtex hasta obtener una mezcla homogénea y se almacenaron por 18 h a temperatura ambiente. Los resultados fueron calculados con la ecuación (5) y expresados en mL de agua por g de materia seca (mL/g).

$$CH = (v_2 - v_1) / m \quad (5)$$

Donde  $v_1$ , es el volumen de la muestra seca (mL);  $v_2$ , es el volumen de la muestra hidratada (mL);  $m$ , es el peso de la muestra seca (g).

### Análisis estadístico

Para evaluar el tiempo de remojo (18 y 24 h), el tiempo de germinado (96 y 144 h) y luz (presencia y ausencia) sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de las semillas de basul, se utilizó un diseño aleatorizado con un arreglo factorial de 2x2x2, y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). El programa estadístico utilizado fue el SPSS versión 19.

## Resultados

### Características nutricionales de las semillas de basul

La composición proximal y la digestibilidad *in vitro* de las proteínas de semillas de basul se presentan en la Tabla 1. El análisis de varianza entre los tratamientos indica que no existe diferencias significativas en el contenido de proteínas, grasa, fibra cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno. Específicamente, el contenido de proteínas de la semilla de basul sin germinar con respecto a la germinada, se observa una ligera disminución; sin embargo, los cambios no son significativos estadísticamente ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, en la Tabla 2 se presentan los resultados de los efectos principales y de interacción de los factores de germinado sobre los valores nutricionales; donde se puede observar que los diferentes factores en estudio no influyen sobre la composición proximal de las semillas germinadas ( $p > 0,05$ ), a excepción de los factores de tiempo de remojo y la interacción de TR x TG sobre extracto libre de nitrógeno ( $p = 0,022$ ).

Respecto a la digestibilidad *in vitro* de las proteínas, se tuvo incrementos a partir 70,43 % (sin germinar) hasta valores de 73,26, 74,29 y 74,83 %, respectivamente, pertenecientes las condiciones de TR: 18 h, TG: 144 h, ILU: Luz; TR: 18 h, TG: 144 h, ILU: Oscuro y TR: 24, TG: 96, ILU: luz, respectivamente; sin embargo, estas diferencias no son significativas ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, los factores que permiten el incremento de la digestibilidad *in vitro* de la proteína fueron el tiempo de remojo y el tiempo de germinado (Tabla 2), pero estadísticamente son no significativos. La interacción de los mismos factores (TR x TG), sí tuvo influencia estadística sobre la digestibilidad *in vitro* de la proteína ( $p = 0,011$ ).

### Propiedades bioactivas de la semilla de basul

Los resultados de las propiedades bioactivas expresadas en el contenido de los compuestos fenólicos totales y la capacidad

Tabla 1. Características nutricionales de las semillas de basul

TR (h)	TG (h)	ILU	Proteína (% b.s.)	Grasa (% b.s.)	Fibra cruda (% b.s.)	Ceniza (% b.s.)	ELN (% b.s.)	Digestibilidad <i>in vitro</i> proteína (%)
Sin germinar (SG)			17,74±0,1 <sup>a</sup>	0,33±0,03 <sup>a</sup>	5,61±0,8 <sup>a</sup>	4,71±0,16 <sup>a</sup>	71,62±0,62 <sup>a</sup>	70,43±0,69 <sup>ab</sup>
18	24	Luz	17,06±0,40 <sup>a</sup>	0,44±0,19 <sup>a</sup>	6,48±1,79 <sup>a</sup>	4,60±0,14 <sup>a</sup>	71,42±1,44 <sup>a</sup>	66,56±1,26 <sup>ab</sup>
		Oscuro	17,30±0,13 <sup>a</sup>	0,41±0,07 <sup>a</sup>	5,38±0,22 <sup>a</sup>	4,69±0,13 <sup>a</sup>	72,22±0,34 <sup>a</sup>	64,27±1,74 <sup>a</sup>
18	144	Luz	17,24±0,26 <sup>a</sup>	0,37±0,18 <sup>a</sup>	5,44±0,16 <sup>a</sup>	4,82±0,14 <sup>a</sup>	72,13±0,08 <sup>a</sup>	73,26±12,09 <sup>b</sup>
		Oscuro	17,17±0,15 <sup>a</sup>	0,46±0,11 <sup>a</sup>	5,52±0,19 <sup>a</sup>	4,76±0,21 <sup>a</sup>	72,08±0,34 <sup>a</sup>	74,29±1,67 <sup>b</sup>
24	96	Luz	17,08±0,51 <sup>a</sup>	0,45±0,22 <sup>a</sup>	4,98±0,3 <sup>a</sup>	4,92±0,27 <sup>a</sup>	72,57±0,50 <sup>a</sup>	74,83±0,84 <sup>b</sup>
		Oscuro	17,30±0,28 <sup>a</sup>	0,41±0,17 <sup>a</sup>	4,78±0,26 <sup>a</sup>	4,84±0,1 <sup>a</sup>	72,67±0,35 <sup>a</sup>	69,34±1,93 <sup>ab</sup>
24	144	Luz	16,76±0,70 <sup>a</sup>	0,46±0,13 <sup>a</sup>	5,61±0,17 <sup>a</sup>	4,76±0,19 <sup>a</sup>	72,41±1,16 <sup>a</sup>	70,37±2,35 <sup>ab</sup>
		Oscuro	17,11±0,12 <sup>a</sup>	0,20±0,09 <sup>a</sup>	5,21±0,77 <sup>a</sup>	4,75±0,51 <sup>a</sup>	72,74±0,64 <sup>a</sup>	68,98±1,62 <sup>ab</sup>

Valores son el promedio ±desviación estándar (n=3). Letras diferentes del índice superior dentro de la columna representan diferencias significativas (p<0,05). TR, tiempo de remojo; TG, tiempo de germinado; ILU, condiciones de iluminación; SG, semilla no germinada.

Tabla 2. Efecto de los factores de germinado de basul sobre las características nutricionales

	Proteína (% b.s.)	Grasa (% b.s.)	Fibra cruda (% b.s.)	Ceniza (% b.s.)	ELN (% b.s.)	Digestibilidad <i>in vitro</i> proteína (%)
TR (h)						
18	17,19	0,419	5,70	4,72	71,88	69,59
24	17,06	0,379	5,15	4,82	72,60	70,88
Valor-p	0,377	0,542	0,077	0,173	0,022	0,500
TG (h)						
96	17,19	0,43	5,40	4,77	72,22	68,75
144	17,07	0,37	5,45	4,77	72,26	71,72
Valor-p	0,433	0,403	0,893	0,893	0,901	0,129
ILU						
Luz	17,03	0,43	5,63	4,78	72,13	71,25
Oscuro	17,22	0,37	5,22	4,76	72,34	69,22
Valor-p	0,241	0,358	0,182	0,855	0,494	0,290
Interacción						
TR x TG	0,359	0,504	0,113	0,061	0,782	0,011
TR x ILU	0,534	0,167	0,726	0,688	0,996	0,461
TG x ILU	0,771	0,679	0,415	0,779	0,442	0,334
TR x TG x ILU	0,480	0,182	0,251	0,419	0,257	0,917

TR, tiempo de remojo; TG, tiempo de germinado; ILU, condiciones de iluminación. Valor -p<0,05, significativos.

antioxidante por los métodos ABTS y DPPH de la semilla germinada de basul se presentan en la Tabla 3. Si bien es cierto que hubo incrementos desde 241,49 mg AGE/100g m.s. (SG), hasta 267,15 mg AGE/100g m.s. (TR:24 h, TG: 144, ILU: oscuro); sin embargo, estas diferencias, no fueron significativas ( $p>0,05$ ). Comportamientos parecidos se tiene para los resultados de la capacidad antioxidante por el método ABTS, en donde hubo un incremento desde 173,04  $\mu\text{molTE/g}$  m.s. (SG) hasta 195,67  $\mu\text{molTE/g}$  m.s. (TR:18 h, TG: 24, ILU: oscuro). La capacidad antioxidante por el método DPPH de las semillas no germinadas fue de 43,46  $\mu\text{molTE/g}$  m.s., valor que no pudo cambiar significativamente con el germinado.

En la Tabla 4, se presentan los efectos principales y la interacción de los factores de germinado sobre las propiedades bioactivas. Existe una influencia significativa de la interacción de los factores de TRxTGxILU, principalmente sobre la capacidad antioxidante por el método ABTS.

*Propiedades funcionales de la semilla de basul*

En la Tabla 5, se presentan los resultados de las propiedades funcionales de la harina de basul germinado en función a las diferentes condiciones de germinado; siendo la solubilidad y la capacidad de absorción del agua las que experimentaron incrementos significativos. Por ejemplo, la SA, a 24 h de remojo, 144 h de germinado y en presencia de luz tuvo un valor de 89,60% con respecto a la semilla no germinada con 38,37%; al igual que la CAA tuvo un incremento desde 3,76 g/g m.s. (referencia) hasta 5,50 g/g m.s. (18 h de remojo, 144 h de remojo y en presencia de luz). Por el contrario, para la capacidad de retención del agua, la capacidad de adsorción de aceite y la capacidad de hinchamiento, cuyos valores máximos fueron 5,10 g/g, 6,05 g/g y 22,44 mL/g, respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos y con respecto a la harina de basul no germinado.

El efecto de los factores de germinado de la semilla de basul sobre las propiedades funcionales se observa en la Tabla 6. La solubilidad y la

Tabla 3. Propiedades bioactivas de semillas germinadas de basul

TR (h)	TG (h)	ILU	CFT (mgAGE/100g m.s.)	ABTS ( $\mu\text{molTE/g}$ m.s.)	DPPH ( $\mu\text{molTE/g}$ m.s.)
		SG	241,49±16,1 <sup>ab</sup>	173,04±5,82 <sup>abc</sup>	43,46±4,42 <sup>a</sup>
18	24	Luz	250,93±3,79 <sup>ab</sup>	179,78±6,13 <sup>abc</sup>	40,88±0,45 <sup>a</sup>
		Oscuro	250,79±21,91 <sup>ab</sup>	195,67±16,93 <sup>c</sup>	41,69±3,21 <sup>a</sup>
18	144	Luz	241,56±10,85 <sup>ab</sup>	162,09±7,2 <sup>ab</sup>	45,35±6,9 <sup>a</sup>
		Oscuro	238,16±2,40 <sup>ab</sup>	169,66±3,58 <sup>abc</sup>	41,71±1,71 <sup>a</sup>
24	96	Luz	233,63±26,09 <sup>ab</sup>	156,76±15,19 <sup>a</sup>	37,88±5,82 <sup>a</sup>
		Oscuro	225,53±6,11 <sup>a</sup>	168,67±2 <sup>abc</sup>	38,82±2,23 <sup>a</sup>
24	144	Luz	248,51±6,89 <sup>ab</sup>	191,37±18,49 <sup>bc</sup>	40,26±1,24 <sup>a</sup>
		Oscuro	267,15±4,59 <sup>b</sup>	179,24±3,53 <sup>abc</sup>	43,75±2,26 <sup>a</sup>

Valores son el promedio  $\pm$ desviación estándar de tres observaciones independientes por tratamiento (n=3). Los superíndices con diferentes letras dentro de una columna indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ). TR, tiempo de remojo; TG, tiempo de germinado; ILU, condiciones de iluminación; SG, semilla no germinada; CFT, compuestos fenólicos totales.

Tabla 4. Factores de germinado de basul sobre los compuestos bioactivos

	CFT (mgAGE/100g m.s.)	ABTS ( $\mu\text{molTE/g}$ m.s.)	DPPH ( $\mu\text{molTE/g}$ m.s.)
TR (h)			
18	246,19	177,65	42,85
24	236,46	171,61	39,67
Valor - p	0,115	0,205	0,063
TG (h)			
96	241,05	169,81	40,98
144	241,60	179,45	41,53
Valor - p	0,927	0,051	0,735
ILU			
Luz	238,99	176,76	41,42
Oscuro	243,66	172,50	41,09
Valor - p	0,436	0,364	0,840
Interacción			
TR x TG	0,923	0,136	0,619
TR x ILU	0,447	0,062	0,592
TG x ILU	0,710	0,799	0,089
TR x TG x ILU	0,066	0,001	0,881

TR, tiempo de remojo; TG, tiempo de germinado; ILU, condiciones de iluminación. Valor- $p<0,05$ , significativos.

Tabla 5. Propiedades funcionales de la harina de semillas germinadas de basul

TR (h)	TG (h)	ILU	SA (%)	CAA (g/g m.s.)	CRA (g/g m.s.)	CH (ml/g m.s.)	CAAc (g/g m.s.)
		SG	38,37±2,78 <sup>a</sup>	3,76±0,39 <sup>ab</sup>	4,64±0,09 <sup>a</sup>	9,48±1,32 <sup>ab</sup>	5,10±0,41 <sup>a</sup>
18	24	Luz	58,68±5,05 <sup>b</sup>	4,11±0,46 <sup>abc</sup>	5,64±0,29 <sup>a</sup>	4,33±2,08 <sup>a</sup>	4,50±0,83 <sup>a</sup>
		Oscuro	61,28±6,35 <sup>b</sup>	5,00±0,50 <sup>cd</sup>	5,05±1,49 <sup>a</sup>	1,13±0,81 <sup>a</sup>	4,55±0,74 <sup>a</sup>
18	144	Luz	62,76±2,43 <sup>b</sup>	5,50±0,08 <sup>d</sup>	5,05±1,49 <sup>a</sup>	8,06±4,24 <sup>a</sup>	4,58±0,29 <sup>a</sup>
		Oscuro	53,16±5,74 <sup>ab</sup>	4,68±0,24 <sup>bcd</sup>	5,25±0,07 <sup>a</sup>	8,33±1,53 <sup>a</sup>	4,70±0,40 <sup>a</sup>
24	96	Luz	80,71±2,59 <sup>c</sup>	3,55±0,55 <sup>a</sup>	5,20±0,46 <sup>a</sup>	11,22±2,83 <sup>ab</sup>	4,76±0,78 <sup>a</sup>
		Oscuro	83,27±8,20 <sup>c</sup>	3,85±0,46 <sup>ab</sup>	6,05±0,29 <sup>a</sup>	22,44±13,46 <sup>b</sup>	4,82±0,01 <sup>a</sup>
24	144	Luz	89,60±4,85 <sup>c</sup>	4,51±0,32 <sup>abcd</sup>	6,00±0,51 <sup>a</sup>	8,52±0,16 <sup>ab</sup>	5,07±0,11 <sup>a</sup>
		Oscuro	85,14±7,55 <sup>c</sup>	4,47±0,25 <sup>abcd</sup>	5,70±0,09 <sup>a</sup>	9,62±0,50 <sup>ab</sup>	5,09±0,23 <sup>a</sup>

Valores son el promedio±desviación estándar de tres observaciones independientes por tratamiento (n=3). Los superíndices con diferentes letras dentro de una columna indican diferencias significativas (p<0,05). TR, tiempo de remojo; TG, tiempo de germinado; ILU, condiciones de iluminación; SG, semilla no germinada. SA, solubilidad en agua; CAA, capacidad de absorción de agua; CRA, capacidad de retención de agua; CH, capacidad de hinchamiento; CAAc, capacidad de adsorción de aceite.

Tabla 6. Factores de germinado de basul sobre las propiedades funcionales

	SA (%)	CAA (g/g m.s.)	CRA (g/g m.s.)	CH (ml/g m.s.)	CAAc (g/g m.s.)
TR (h)					
18	58,97	4,82	5,50	5,47	4,73
24	84,70	4,09	5,74	12,95	4,92
Valor -p	0,000	0,000	0,352	0,003	0,388
TG (h)					
96	70,99	4,12	5,74	9,78	4,65
144	72,66	4,79	5,50	8,64	5,00
Valor -p	0,481	0,001	0,356	0,597	0,115
ILU					
Luz	72,94	4,42	5,47	8,04	4,85
Oscuro	70,71	4,50	5,76	10,38	4,81
Valor -p	0,352	0,624	0,261	0,285	0,853
Interacción					
TR x TG	0,131	0,433	0,086	0,006	0,865
TR x ILU	0,592	0,760	0,955	0,090	0,677
TG x ILU	0,055	0,005	0,199	0,440	0,524
TR x TG x ILU	0,585	0,047	0,359	0,128	0,752

TR, tiempo de remojo; TG, tiempo de germinado; ILU, condiciones de iluminación. Valor -p<0,05, significativos. SA, solubilidad en agua; CAA, capacidad de absorción de agua; CRA, capacidad de retención de agua; CH, capacidad de hinchamiento; CAAc, capacidad de adsorción de aceite.

capacidad de absorción del agua, son influenciados significativamente por el tiempo de remojo (p<0,05, en ambos casos); existiendo un incremento en la SA desde 58,97% (18 h de TR) hasta 84,70% (24 h de TR). Por otro lado, la interacción de los factores de TGxILU y TRxTGxILU, contribuyeron significativamente en la modificación de la capacidad de absorción del agua.

## Discusión

Estudios realizados por Handa *et al.* (2017) (11), en el germinado de frijol [*Horsegram: Macrotyloma uniflorum* (Lam.)] ha reportado una disminución en el contenido de proteínas desde 33,44 g/100 g (semilla no germinada) hasta 26,79 g/100 g (germinada por 48 h). De igual forma, Elbaloula *et al.* (2014) (7), durante el proceso de germinado del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], reportaron una disminución en el contenido de proteínas totales desde 10,02% (semilla no germinada) hasta 8,72% (tres días de germinado); cambios que fueron significativos. Sin embargo, también existen trabajos de investigación que demuestran el incremento en el contenido de proteínas, por ejemplo,

de las semillas de trigo (*Fagopyrum esculentum* Moench) de 144,68 mg/g (sin germinar) a 155,16 mg/g (germinado)(17), al igual que las semillas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) de 20,22% b.s. (sin germinar) a 23,54% b.s. (germinado)(18). Existen diversas explicaciones respecto al contenido de proteínas en cereales y leguminosas germinados; en algunos casos con incrementos y en otros con disminuciones, y al parecer éstos dependen del tipo de semilla y las condiciones de germinado (14), teniendo en cuenta que durante este proceso ocurren cambios dinámicos en la proteólisis y la síntesis de proteínas. En el presente trabajo, para el contenido de proteína de la semilla germinada de basul, para todos los tratamientos, la síntesis fue superada por la proteólisis de la proteína, pero estos no fueron significativos. Este mismo razonamiento puede explicar para los otros componentes (grasa, carbohidratos y fibra dietética).

En cuanto al estudio de la calidad de la proteína (digestibilidad *in vitro*), Atudorei *et al.* (2020) (6) reporta resultados del germinado del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) donde indica que hubo un incremento de 34,18% a 89,01% (valor máximo). Además, destacan que el tiempo de germinado y la iluminación son factores que influyen significativamente sobre la digestibilidad *in vitro*. En esta misma línea, Yan *et al.* (2022) (19), presentan resultados del incremento en la digestibilidad *in vitro* de proteínas de la semilla sésamo (*Sesamum indicum* L.) en el orden de 43,69, 47,97 y 45,04%, respectivamente, en los tiempos de germinado a 0, 2 y 4 días, respectivamente; en todas son atribuidas principalmente a la solubilización parcial y la proteólisis que ocurren en el germinado. Al respecto, Singh *et al.* (2015) (8), señalan que la digestibilidad de las proteínas depende de la naturaleza de los factores antinutricionales (por ejemplo, inhibidores de tripsina y fitatos) en la matriz alimentaria, y con el proceso de germinado, estos antinutrientes son reprimidos e inhibidos de su actividad a través de la hidrólisis y por el contrario, existe un incremento en la actividad de la tripsina desde 0,1 hasta 0,26 unidades. De igual forma, las proteínas sufren una hidrólisis y se disocian de los antinutrientes e incrementan su solubilidad en el agua, además del incremento

de los aminoácidos libres. Por esta razón, se cree que, a 24 h de remojo, 96 h de germinado y en presencia de luz, las semillas de basul tuvieron una mayor actividad de hidrólisis de la proteína y por consiguiente el mayor incremento en la digestibilidad (74,83%); convirtiéndose en el tratamiento que mejora la calidad nutricional de esta semilla.

Respecto las propiedades bioactivas, en el contenido de compuestos fenólicos totales (Tabla 3), no existe una tendencia definida en función a los diferentes factores de germinado de la semilla de basul. En algunos de los tratamientos existen incrementos parciales y de pronto una reducción. Al respecto, Gan *et al.* (2017) (20), señalan de un incremento gradual en el contenido de los compuestos fenólicos en semillas germinadas; por ejemplo, el frijol germinado por cinco días, tuvo un aproximado de 5 a 5,5 veces más de fenoles solubles respecto a la semilla no germinada. Sin embargo, otros estudios indican una disminución de los fenoles solubles en semillas germinadas, por ejemplo, en la lenteja de 450 mg GAE/100 g m.s. a 130-250 mg GAE/100 g m.s. en tres y ocho días de germinado (21). Sobre este punto, Gan *et al.* (2017) (20), señala que, durante la etapa inicial del germinado, existe una degradación de las proteínas y carbohidratos a aminoácidos libres y azúcares simples respectivamente, y junto a estos procesos, también la liberación de los compuestos fenólicos unidos a la pared celular. Conforme transcurre el proceso de germinado, se proliferan nuevas células vegetales con nuevas paredes celulares y concomitantemente la síntesis de los compuestos fenólicos solubles y su unión en la pared celular; es decir, procesos dinámicos de liberación y conjugación de fenoles. Finalmente, Guo *et al.* (2012) (22), atribuye estas contradicciones principalmente a la expresión de los resultados en peso seco y húmedo, considerando que durante el germinado incrementa gradualmente el contenido del agua.

En cuanto a la solubilidad en agua, Handa *et al.* (2017)(11), reportaron resultados del índice de solubilidad de la harina de frijol verde (*Macrotyloma uniflorum*) sin germinar de 200% y debido al germinado a 24 h y 48 h respectivamente, este valor incrementó entre 210 y 216%, respectivamente. Por otro lado, Azeez *et al.* (2021)(23), reportaron resultados de la capacidad de absorción del agua en la harina de semilla de mijo de 3,58 g/g (sin germinar) a 4,77 g/g (germinado), donde se puede observar el incremento de esta propiedad con proceso de germinado. Finalmente, Handa *et al.* (2017)(11), informan que la capacidad de absorción del agua de la harina de un tipo de frijol germinado [*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.], incrementó desde 318,89% (sin germinar) hasta

340% (germinado a 24 h). Por consiguiente, los resultados de la propiedad de solubilidad y la capacidad de absorción de agua de la harina de basul germinado, coinciden con trabajos realizados con otras leguminosas germinadas; puesto que en la mayoría de los tratamientos (Tabla 5) presentaron incrementos en estos valores. Las propiedades de capacidad de absorción y solubilidad en agua, están relacionadas principalmente con dos componentes importantes de la leguminosa. La propiedad de CAA, está relacionada con la presencia de los aminoácidos polares (residuo) que tienen afinidad con moléculas del agua la solubilidad con los polisacáridos hidrofílicos. Singh *et al.* (2015) (8), atribuyen que el incremento en la CAA al incremento en el contenido de proteínas en semillas germinadas y a los cambios en la calidad de la proteína; siendo este último muy importante, en razón de que se observó un incremento importante en la digestibilidad *in vitro* de la proteína en la harina de basul germinada. Durante el germinado se lleva a cabo la hidrólisis parcial de las proteínas y el incremento de los aminoácidos libres, los que finalmente contribuyen con la solubilidad en agua de la harina. De igual forma, Handa *et al.* (2017) (11) y Pal *et al.* (2016) (24), señalan que durante el proceso de remojo y germinado existe una descomposición de las moléculas de los polisacáridos en monosacáridos, por consiguiente, el incremento de los sitios activos para la interacción con el agua.

Desde el punto de vista tecnológico, la solubilidad y la capacidad de absorción del agua juegan un papel importante durante la preparación de los alimentos, puesto que estas propiedades son indicadores del desempeño de los hidrocoloides en sistemas de dispersión a través de una reducción en la difusión de masa y causan una mayor estabilidad (25). En cambio, la capacidad de absorción del agua es importante en productos que requieren hidratación instantánea y desarrollo de viscosidades, la conservación de frescura como en los alimentos horneados o productos cárnicos (8). Por consiguiente, una posible inclusión de la harina de basul germinado no solo mejoraría los valores nutricionales, sino que también podría impartir propiedades tecnológicas importantes por ejemplo en los productos de panificación, manteniendo la textura suave, tal como afirma Du *et al.* (2014) (26).

El tiempo de remojo, tiempo de germinado, las condiciones de iluminación (luz, oscuro) y la interacción de cada uno de ellos, no tuvieron influencias sobre la capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento y la capacidad de

adsorción del aceite. Sin embargo, se puntualiza que los valores de la capacidad de adsorción del aceite de la harina del basul germinado (4,50 – 5,07 g/g m.s.) son relativamente superior a las harinas de otras leguminosas; por ejemplo, la harina de frijol rojo y negro (*Phaseolus vulgaris* L.) tienen valores de 1,2 y 1,38 g/g, respectivamente (26). De igual forma, estudios en la harina de frijol verde (*Macrotyloma uniflorum*) germinado tuvieron valores de 1,05 g/g (24) y 2,75 g/g m.s. (11) de capacidad de adsorción de aceite. El valor alto de la capacidad de adsorción de aceite de la harina de basul podría estar relacionado con el alto contenido de la fibra dietética (hemicelulosa y lignina) presentes en la cáscara de la legumbre, puesto que, para el presente trabajo, las propiedades funcionales fueron determinados de la semilla íntegra de basul. Otra de las razones de la alta capacidad de adsorción de aceite de la harina de basul, puede ser atribuido a la presencia de las proteínas hidrofóbicas y los aminoácidos con cadenas laterales no polares disponible en la harina de basul germinado, tal como afirma Du *et al.* (2014) (26). Por otro lado, la capacidad de adsorción del aceite desempeña un rol importante durante la preparación, el procesamiento y almacenamiento de los alimentos y tienen efectos sobre las características nutricionales y sensoriales de los alimentos; por ejemplo, en la textura de los productos terminados y en la estabilización de emulsiones de productos ricos en grasa (27).

## Conclusiones

En el presente estudio, se evidencia que el germinado (incluye el remojo) de la semilla de basul, incrementa la digestibilidad *in vitro* debida principalmente a la interacción de los factores de tiempo de remojo y tiempo de germinado; en cambio, no afecta en la composición proximal. Otro hallazgo importante es el incremento del contenido de los compuestos fenólicos totales, al igual que la capacidad antioxidante por el método ABTS. Las propiedades de la solubilidad y la capacidad de absorción del agua, incrementa con el germinado de las semillas de basul y a la vez presenta alta capacidad de adsorción del aceite respecto a otras

leguminosas. Estas propiedades sugieren el uso de la harina de basul germinado en el desarrollo de alimentos nutritivos y funcionales.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica – FONDECYT (Contrato N° 121-2018-FONDECYT-BM-IADT-SE), por la subvención económica.





### Referencias

- Diniyah N, Alam MB, Lee SH. Antioxidant potential of non-oil seed legumes of Indonesian's ethnobotanical extracts. *Arab J Chem.* 2020; 13:5208-5217.
- Intiquilla A, Jiménez-Aliaga K, Guzmán F, Alvarez CA, Zavaleta AI, *et al.* Novel antioxidant peptides obtained by alcalase hydrolysis of *Erythrina edulis* (pajuro) protein. *J Sci Food Agric.* 2019; 99:2420-2427.
- Mamilla RK, Mishra VK. Effect of germination on antioxidant and ACE inhibitory activities of legumes. *LWT-Food Sci Technol.* 2017; 75:51-58.
- Parmar N, Singh N, Kaur A, Thakur S. Comparison of color, anti-nutritional factors, minerals, phenolic profile and protein digestibility between hard-to-cook and easy-to-cook grains from different kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) accessions. *J Food Sci Technol.* 2017; 54:1023-1034.
- Ohanenye IC, Tsopmo A, Ejike CE, Udenigwe CC. Germination as a bioprocess for enhancing the quality and nutritional prospects of legume proteins. *Trends Food Sci Technol.* 2020; 101:213-222.
- Atudorei D, Codină GG. Perspectives on the Use of Germinated Legumes in the Bread Making Process, A Review. *Appl Sci.* 2020; 10(18):6244.
- Elbaloula MF; Yang R, Guo Q, Gu Z. Major nutrient compositions and functional properties of sorghum flour at 0–3 days of grain germination. *Int J Food Sci Nutr.* 2014; 65:48-52.
- Singh AK, Rehal J, Kaur A, Jyot G. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2015; 55:1575-1589.
- Hernandez-Aguilar C, Domínguez-Pacheco A, Palma M, Valderrama-Bravo C, Soto M, Cruz-Orea A, Ordonez-Miranda J. Lentil sprouts: a nutraceutical alternative for the elaboration of bread. *J Food Sci Technol.* 2020; 57(5): 1817-1829.
- Khang DT, Dung TN, Elzaawely AA, Xuan TD. Phenolic profiles and antioxidant activity of germinated legumes. *Foods.* 2016; 5:1-10.
- Handa V, Kumar V, Panghal A, Suri S, Kaur J. Effect of soaking and germination on physicochemical and functional attributes of horsegram flour. *J Food Sci Technol.* 2017; 54:4229-4239.
- AOAC. 2003. Official methods of analysis. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Hsu HW, Vavak DL, Satterlee LD, Miller GA. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J Food Sci.* 1977; 42:1269-1273.
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965; 16:144-158.
- Ayesha S, Premakumari KB, Roukiya S. Antioxidant activity and estimation of total phenolic content of *Muntingia Calabura* by colorimetry. *Int J ChemTech Res.* 2010; 2(1): 205-208.
- Vilcanqui-Perez F, Villanueva ME, Vilchez C. Functional properties *in vitro* and physiological effects *in vivo* of new sources of dietary fiber in Holtzman rats. *Rev Chil Nutr.* 2018; 45:223-231.
- Zhang G, Xu Z, Gao Y, Huang X, Zou Y, *et al.* Effects of germination on the nutritional properties, phenolic profiles, and antioxidant activities of buckwheat. *J Food Sci.* 2015; 80:H1111-H1119.
- Domínguez-Arispuro DM, Cuevas-Rodríguez EO, Milán-Carrillo J, León-López L, Gutiérrez-Dorado R, *et al.* Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *J Food Sci Technol.* 2018; 55(2): 638-647.
- Di Y, Li X, Chang X, Gu R, Duan X, *et al.* Impact of germination on structural, functional properties and *in vitro* protein digestibility of sesame (*Sesamum indicum* L.) protein. *LWT-Food Sci Technol.* 2022; 154: 112651.
- Gan RY, Lui WY, Wu K, Chan CL, Dai SH, *et al.* Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review. *Trends Food Sci Technol.* 2017; 59:1-14.
- Aguilera Y, Liébana R, Herrera T, Rebollo-Hernanz M, Sánchez-Puelles C, *et al.* Effect of illumination on the content of melatonin, phenolic compounds, and antioxidant activity during germination of lentils (*Lens culinaris* L.) and kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agric Food Chem.* 2014; 62:10736-10743.
- Guo X, Li T, Tang K, Liu RH. Effect of germination on phytochemical profiles and antioxidant activity of mung bean sprouts (*Vigna radiata*). *J Agric Food Chem.* 2012; 60:11050-11055.
- Azeez SO, Chinma CE, Bassey SO, Eze UR, Makinde AF, *et al.* Impact of germination alone or in combination with solid-state fermentation on the physicochemical, antioxidant, *in vitro* digestibility, functional and thermal properties of brown finger millet flours. 2021; *LWT-Food Sci Technol*; 154:112734.
- Pal RS, Bhartiya A, ArunKumar R, Kant L, Aditya JP, *et al.* Impact of dehulling and germination on nutrients, antinutrients, and antioxidant properties in horsegram. *J Food Sci Technol.* 2016; 53:337-347.
- Alpizar-Reyes E, Carrillo-Navas H, Gallardo-Rivera R, Varela-

- Guerrero V, Alvarez-Ramirez J, *et al.* Functional properties and physicochemical characteristics of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage powder as a novel hydrocolloid. *J Food Eng.* 2017; 209:68-75.
26. Du SK, Jiang H, Yu X, Jane JL. Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT-Food Sci Technol.* 2014; 55:308-313.
27. Vilcanqui-Pérez F, Vílchez C. Dietary fiber: new definitions, functional properties and health benefits. Review. *Arch Latinoam Nutr.* 2017; 67(2):146-156.

Recibido: 18/02/2021  
Aceptado: 04/11/2021

## Talla baja y sobrepeso en menores de 5 años que habitan la Sierra Tarahumara, México

Ana Lilia Lozada-Tequeanes<sup>1</sup>,  Armando García-Guerra<sup>1</sup>,   
Fabiola Mejía-Rodríguez<sup>1</sup>,  Anabelle Bonvecchio Arenas.<sup>1,2</sup> 

### Resumen: Talla baja y sobrepeso en menores de 5 años que habitan la Sierra Tarahumara, México. Introducción.

La doble carga de la desnutrición y el exceso de peso (o mala nutrición) es uno de los indicadores que mejor ilustra las inequidades en salud que existen en zonas indígenas de México. Por otro lado, existe escasa evidencia del estado de nutrición en población Tarahumara. **Objetivo.** Estimar indicadores del estado de nutrición y su asociación con factores sociodemográficos en población indígena Tarahumara menor de 5 años. **Métodos.** Estudio transversal en 21 localidades indígenas de la Sierra Tarahumara en Chihuahua, México, que analizó información sociodemográfica, de salud y antropométrica en población infantil de 6 a 59 meses de edad (n=323). Se estimaron índices antropométricos y su asociación con variables de interés mediante regresión logística múltiple. Un valor de  $p \leq 0,05$  fue considerado como estadísticamente significativo. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico Stata v14.2. **Resultados.** Se encontraron altas prevalencias de talla baja (44,4%), emaciación (5,3%), bajo peso (11,9%) y sobrepeso (15,2%). El sexo masculino se asoció significativamente con talla baja (Razón de Momios (RM)=2,5; 1,45-4,34), mientras que, ninguna escolaridad de la madre (RM=0,39; 0,15-0,99) y ser beneficiario de un programa local de nutrición por más de 2 años se asoció con sobrepeso (RM=2,97; 1,26-6,97). **Conclusión.** Se encontraron indicadores de mala nutrición en la muestra estudiada; éstos hallazgos podrían sugerir la existencia de inequidad y rezago en salud y nutrición de población infantil indígena Tarahumara. Se requieren más estudios que puedan orientar programas y acciones de salud y nutrición para atender a esta población de forma prioritaria. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 252-260.

**Palabras clave:** Tarahumara, indígena, preescolar, antropometría, estado nutricional, México.

### Abstract: Stunting and overweight in children under 5y who inhabit the Sierra Tarahumara in northern Mexico. Introduction.

The double burden of malnutrition and excess weight (or poor nutrition) is one of the indicators that best illustrates the health inequities that exist in indigenous areas of Mexico. On the other hand, there is scarce evidence of the nutritional status of the Tarahumara population. **Objective.** To estimate indicators of the nutritional status and its association with sociodemographic factors in the Tarahumara indigenous population under 5 years of age. **Methods.** A cross-sectional study in 21 indigenous localities of the Sierra Tarahumara in Chihuahua, Mexico, which analyzed sociodemographic, health and anthropometric information in children from 6 to 59 months of age (n=323). Anthropometric indices and their association with variables of interest was estimated by multiple logistic regression. A value of  $p \leq 0.05$  was considered statistically significant. All analyzes were performed using the Stata v14.2 statistical package. **Results.** It were founded high prevalences of short stature (44.4%), emaciation (5.3%), underweight (11.9%) and overweight (15.2%). Male sex was significantly associated with short stature (Odds Ratio (OR) = 2.5; 1.45-4.34), while no education of the mother (OR = 0.39; 0.15-0.99) and being a beneficiary of a local nutrition program for more than 2 years it was associated with being overweight (OR = 2.97; 1.26-6.97). **Conclusion.** Indicators of malnutrition and overweight were founded in the sample studied; these findings suggest inequity and delays in health and nutrition of the indigenous Tarahumara child population. More research is required that can guide health and nutrition programs and actions to serve this indigenous population as a priority. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 252-260.

**Keywords:** Tarahumara, indigenous, children, anthropometry, nutritional status, Mexico.

### Introducción

El estado de nutrición óptimo en la población infantil menor de 5 años tiene un papel crucial en su crecimiento, desarrollo y en el estado de salud y nutrición en la vida adulta (1). La coexistencia de desnutrición y exceso de

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Nutrición y Salud. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), Cuernavaca, Mor., México. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Nutrición y Salud, INSP.

Autor para la correspondencia: Anabelle Bonvecchio Arenas, E-mail: bonvecchio@insp.mx

peso (2), se define también como la doble carga de la mala nutrición y es uno de los indicadores que mejor ilustra las inequidades en salud existentes en zonas indígenas de México (3). En 2018-19, una encuesta nacional en localidades que concentra al 80% de la población más pobre del país (de <100 mil habitantes) (4), reportó una prevalencia de sobrepeso y talla baja en preescolares de 6% y 14,9%, respectivamente. Ambas condiciones representan un problema de salud pública, particularmente en localidades indígenas (2,8% y 24,5%) y en hogares de menor nivel socioeconómico (5,4% y 17,5%) (4).

Entre la población indígena mexicana (6,6%), 7,5% pertenece al grupo indígena Tarahumara (5). La etnia Tarahumara con alrededor de 124 947 habitantes, se ubica al norte del país, ocupando asentamientos dispersos en las montañas de la Sierra Madre Occidental y convirtiéndolo en el grupo étnico minoritario con mayor marginación en el país (6). Estudios aislados en población infantil Tarahumara han reportado prevalencias de talla baja entre 30-50% y de sobrepeso entre 8-22% (7-9); lo que demuestra la presencia de altas proporciones de mala nutrición (2).

En dicho contexto de vulnerabilidad social y aislamiento de la población Tarahumara (10), y ante la escasa literatura enfocada en esta población, el objetivo de este estudio fue el de estimar indicadores del estado de nutrición y su asociación con factores sociodemográficos en población indígena Tarahumara menor de 5 años.

## **Materiales y métodos**

### *Diseño, población y lugar de estudio*

Estudio transversal, realizado durante el mes de septiembre de 2015, en 21 localidades indígenas de 7 municipios de la Sierra Tarahumara (Bocoyna, Carichi, Guadalupe y Calvo, Batopilas, Guazapares, Maguarichi y Urique) en el estado de Chihuahua, México (Figura 1). La población de estudio fueron 323 niñas y niños de entre 6 a 59 meses de edad. La muestra provino de un sorteo

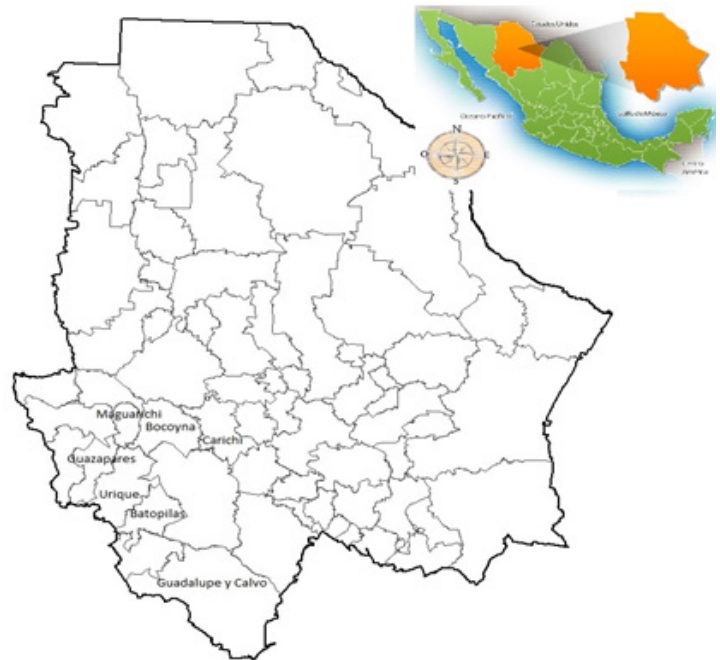


Figura 1. Municipios de la Sierra Tarahumara incluidos en el estudio.

simple a partir del registro de beneficiarios de la Fundación Tarahumara (FT) (11), que desde 1992 impulsa el desarrollo de las comunidades indígenas de dichas localidades. La FT a través de un programa local de nutrición infantil distribuye, mensual y gratuitamente, leche fortificada con hierro, zinc y otros micronutrientes (12).

Los criterios de selección de las localidades, se basó en la cobertura de la FT y el acceso y seguridad de la localidad. Cabe mencionar que, la selección de una muestra representativa se dificulta por el contexto social del estado de Chihuahua, además de que su orografía dificulta la logística y hubiese requerido mayores recursos humanos y financieros para realizar el estudio. Por tanto, la muestra final, incluida en este estudio, estuvo determinada por la factibilidad del levantamiento de información y los recursos logísticos y monetarios disponibles en ese momento.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Por tanto, se buscó la participación voluntaria, previa lectura de la carta de consentimiento, y se obtuvo la firma o huella digital de madres o cuidadoras que estuvieron de acuerdo en ingresar al estudio.

### *Información recolectada*

El levantamiento de la información se realizó en la lengua local (Raramuri), por personal que pertenecía a las mismas comunidades donde se realizó el estudio. El personal de campo fue capacitado previamente en aplicación de encuestas, en técnicas de medición antropométrica y aspectos éticos. Dicha capacitación estuvo a cargo del equipo responsable del estudio del INSP.

Los instrumentos de recolección de información fueron adaptados de estudios previos realizados en el INSP (13) y piloteados con población similar a la de interés y que residía en otra localidad de la región (Creel, Chihuahua), con el fin de realizar los ajustes necesarios para su mejor entendimiento y aplicación.

Se citó en los puntos de contacto de la FT, a las madres o cuidadoras de los menores de 5 años seleccionados, y ahí se aplicaron las encuestas sobre datos sociodemográficos, de salud y nutrición. También se realizó la toma de medidas antropométricas (peso y talla/longitud) del menor de 5 años utilizando técnicas estandarizadas (14). El peso se tomó con una báscula digital (marca Seca) de precisión de  $\pm 200$  g; cuando el menor no pudiera mantenerse aún de pie, se restó el peso de la madre/cuidadora para obtener el peso final del preescolar. La talla/longitud se midió con un estadímetro de madera portátil con escuadra móvil de  $90^\circ$ , sin zapatos, adornos u objetos en la cabeza, y se registró el dato observado al décimo centímetro más cercano (0,1cm).

### *Análisis de información*

A partir de los datos de peso y talla/longitud de la población infantil, se calcularon los puntajes Z de los índices antropométricos: peso para edad (P/E), talla para edad (T/E), peso para talla (P/T) e índice de masa corporal ajustado para edad (IMC) (15). Se definió con bajo peso, talla baja y emaciación, cuando los puntajes Z fueran  $<-2$  desviaciones estándar (DE) en P/E, T/E y P/T. Por otra parte, se clasificó con sobrepeso cuando el puntaje Z del IMC fue  $>+2$  DE del IMC. Se consideraron datos válidos los puntajes Z dentro de los siguientes intervalos: entre -6,0 y +5,0 puntos Z de P/E; entre -6,0 y +6,0 puntos Z de T/E; y entre -5,0 y +5,0 puntos Z para P/T e IMC. Los puntajes Z se clasificaron usando la norma de referencia de la Organización Mundial de la Salud (15).

Las variables sociodemográficas analizadas fueron: edad materna (en años), estado civil (casada/unión libre o sin

pareja), escolaridad materna o cuidadora (ninguna o primaria o más), hablante de lengua indígena (Si/No), paridad (número de hijos(as) nacidos(as) vivos(as)), tiempo de afiliación a la FT ( $<2$  años o  $\geq 2$  años) y afiliación a programas sociales (Si/No). Del niño o niña menor de 5 años, se exploraron las variables: edad, sexo, si recibía lactancia materna al momento de la encuesta (cualquier tipo) (Si/No), consumo de suplementos al momento del estudio (Si/No) y morbilidad en el último mes (infección respiratoria aguda (IRA) o enfermedad diarreica aguda (EDA)) (Si/No). Se estimó el índice de condiciones de bienestar mediante análisis de componentes principales (16). Esto último, con base en la información del hogar sobre: piso de la vivienda (tierra, cemento u otro material), disponibilidad de agua (red pública, pozo, pipa, noria, etc.), servicio sanitario (excusado, fosa, hoyo negro, etc.), servicio eléctrico (Si/No), tipo de transporte que utiliza para traslado (propio, transporte público, caminar, etc.). El factor que explicó el más alto porcentaje de la variabilidad total fue retenido (33 %) (16), posteriormente se clasificó en terciles.

Posterior a la limpieza de datos, se hizo un análisis descriptivo con el número de observaciones disponibles para cada variable. Se presentan porcentajes o medias ( $\pm$  DE) y se estimaron razones de momios (RM) y sus intervalos de confianza al 95 % (IC 95%), a través de un modelo de regresión logística múltiple para evaluar la asociación entre cada indicador antropométrico con las variables de interés. Se consideró como valor estadísticamente significativo un valor  $p \leq 0,05$ . Todos los análisis estadísticos fueron procesados con Stata v14.2 (College Station, TX: StataCorp LP).

## **Resultados**

El promedio de edad de las madres o cuidadoras fue de 29,3 ( $\pm 9,81$ ) años, el 87,3% vivía en unión libre, una proporción similar hablaba la lengua indígena local (88,2%) y 38,2% reportó ninguna escolaridad. Solo 1,3% refirió tener afiliación a programas sociales, mientras que, el promedio de tiempo de afiliación a FT fue de 1,5 ( $\pm 2,6$ ) años.

Tabla 1. Características sociodemográficas de la muestra estudiada.

De la madre o cuidadora	(n total =323) % ó media ± D.E. (n)
Edad (años)	29,3 ±9,81
Estado civil (unión libre)	87,3 (282)
Escolaridad	
Ninguna	38,2 (124)
Primaria o más	61,4(196)
Habla lengua indígena	88,2 (285)
Paridad (número de nacidos vivos)	1,5 ± 0,78
Afiliación a Fundación Tarahumara (≥2 años)	40,7(302)
Afiliación a programas sociales <sup>a</sup>	1,3 (4)
De la vivienda	
Material del piso	
Tierra	53,8 (174)
Cemento firme	43,3 (140)
Mosaico o madera	2,8 (9)
Disponibilidad de agua	
Agua entubada	3,4 (12)
Agua afuera de la vivienda	11,7 (37)
Llave pública	9,6 (30)
Pozo o noria	36,8 (119)
Manantial, río, lago	31,8 (104)
Agua de pipa	0,3 (1)
Otro (Arroyo, cosecha de agua, etc.)	6,2 (20)
Servicio sanitario	
Excusado	9,3 (30)
Letrina o retrete	58,2 (188)
Fosa	0,3 (1)
Hoyo negro o pozo ciego	10,2 (33)
No usan sanitario (suelo, establo, etc.)	22,2 (72)
Luz eléctrica	39,9 (129)
Transporte principal para trasladarse	
Automóvil o motocicleta	4,4 (14)
Transporte público	4,4 (14)
Caminar	87,5 (282)
Caballo, burro	1,2 (4)
Otro (no se trasladada)	1,2 (4)
No sabe o no responde	1,2 (4)
Índice de condiciones de bienestar	0,01 (±1,28)
Tercer tercil	35,2 (114)
Segundo tercil	31,8 (103)
Primer tercil	32,8 (106)

<sup>a</sup>Programa Prospera y Programa Liconsa.

Más de la mitad de las viviendas tenía piso de tierra, 58,2 % de las viviendas tenía letrina o retrete y sólo 39,9 % tenía el servicio de luz eléctrica dentro de su casa. La media del índice de condiciones de bienestar fue de 0,01±1,28 (Tabla 1).

La población infantil tuvo en promedio 38 (±15,0) meses de edad, 24% tenían menos de 24 meses y el 50,3% pertenecía al sexo masculino. Entre la población menor de 24 meses, 56,6% (n=86) recibía alimentación al seno materno (cualquier tipo de lactancia) al momento de la encuesta. El 7,8% reportó consumir suplementos nutricionales. El 28,6% de los menores de 5 años presentó morbilidad en el último mes, de los cuales, el 38,8% se debieron a IRA's y 52,2% a EDA's. Entre indicadores del estado nutricional las prevalencias más altas fueron la talla baja (44,4%) y el sobrepeso (15,2%), mientras que, el bajo peso (11,9%) y la emaciación (5,3%) estuvieron presentes en menor proporción (Tabla 2).

Tabla 2. Variables demográficas y de salud e indicadores antropométricos de población preescolar indígena Tarahumara.

VARIABLES	N/n	% ó media ± D.E.
Edad (meses)	323	38,0±15,0
Sexo (masculino)	323/162	50,3
Lactancia materna en < 2 años (cualquier tipo)	86/47	56,6
Consumo de suplementos al momento de la encuesta <sup>a</sup>	323/25	7,8
Morbilidad en el último mes§	323/92	28,6
Infección respiratoria aguda (IRA)	92/35	38,8
Enfermedad diarreica aguda (EDA)	92/47	52,2
Medidas antropométricas		
Peso (kg)	289	13,5 ±3,4
Talla o longitud (cm)	289	91,1±11,6
Puntajes Z de los índices antropométricos		
Talla para la edad (T/E)	323/261	1,28±2,91
Peso para la talla (P/T)	323/269	0,28±1,97
Peso para la edad (P/E)	323/264	-0,68±1,41
IMC para la edad (IMC/edad)	323/256	0,41-2,13
Indicadores del estado de nutrición		
Talla baja (Z de T/E <-2 D.E.)		44,4
Emaciación (Z de P/T <-2 D.E.)		5,3
Bajo peso (Z de P/E <-2 D.E.)		11,9
Sobrepeso u obesidad (Z de IMC/edad >2 D.E.)		15,2

<sup>a</sup>Nutrisano suplemento que otorgaba el programa Prospera a sus beneficiarios u cualquier otro tipo de suplemento comercial.

El análisis crudo de la asociación mostró significancia estadística entre los indicadores del estado de nutrición y el sexo y edad del menor de 5 años, así como, ninguna escolaridad de la madre/cuidadora, estar afiliado a la FT  $\geq 24$  meses y el índice de bienestar del hogar (Tabla 3).

El modelo de regresión logística múltiple ajustado por confusores mostró que existe 2,5 veces más posibilidad

de presentar talla baja si se pertenece al sexo masculino; mientras que, si se tiene una afiliación a FT  $>24$  meses (RM=2,97) se asoció positivamente con sobrepeso, mientras que, ninguna escolaridad materna o de la cuidadora apareció como factor protector para el exceso de peso infantil (RM=0,39), independientemente de la edad y sexo del menor de 5 años y del índice de bienestar del hogar (Tabla 4).

Tabla 3. Razón de momios crudos entre indicadores del estado nutricional y variables sociodemográficas y de salud en población preescolar indígena Tarahumara.

Variables	Indicadores del estado de nutrición <sup>a</sup>			
	Talla baja (n=239)	Emaciación (n=240)	Bajo Peso (n=249)	Sobrepeso (n=236)
De la población preescolar	Razón de momios (I.C. 95%)			
Edad (meses)	0,98 (0,96-1,00) <sup>b</sup>	0,96 (0,92-0,99) <sup>b</sup>	1,00 (0,97-1,02)	0,99 (0,97-1,01)
Sexo (masculino)	2,31 (1,38-3,86) <sup>b</sup>	2,62 (0,79-8,65)	1,79 (0,83-3,86)	1,22 (0,61-2,42)
Lactancia materna en <24 meses (cualquier tipo)	1,19 (0,45-3,14)	0,77 (0,17-3,42)	1,02 (0,29-3,59)	0,38 (0,11-1,28)
Consumo de suplementos nutricionales <sup>c</sup>	10,1 (0,33-3,11)	3,16 (0,62-15,9)	0,53 (0,06-4,22)	1,69 (0,44-6,50)
Morbilidad en el último mes	0,79 (0,45-1,37)	1,91 (0,63-2,75)	2,09 (0,97-4,47)	1,01 (0,47-2,18)
Infección Respiratoria Aguda	0,60 (0,22-1,62)	0,30 (0,03-2,83)	0,37 (0,09-1,53)	3,25 (0,81-12,9)
Enfermedad Diarreica Aguda	1,48 (0,56-3,88)	1,67 (0,28-9,92)	1,80 (0,53-6,07)	0,43 (0,11-1,69)
De la madre o cuidadora				
Escolaridad de la madre/cuidador (ninguna=1)	1,60 (0,96-2,68)	1,73 (0,58-5,12)	2,16 (1,01-4,65) <sup>b</sup>	0,45 (0,20-1,00) <sup>b</sup>
Afiliación a Fundación Tarahumara (>24 meses)	0,60(0,36-1,01)	0,62(0,18-2,03)	0,27(0,10-0,73) <sup>b</sup>	2,12(1,06-4,22) <sup>b</sup>
Índice de bienestar del hogar	1,34 (1,10-1,63) <sup>b</sup>	1,44 (0,93-2,23)	1,51 (1,11-2,05) <sup>b</sup>	0,73 (0,55-0,97) <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Talla baja= $\leq -2$  D.E. del puntaje Z de talla para la edad; Emaciación= $\leq -2$  D.E. del puntaje Z de peso talla; Bajo peso = $\leq -2$  D.E. del puntaje Z de peso para la edad; Sobrepeso= $\geq 2$  D.E. del puntaje Z de índice de masa corporal ajustado para edad. <sup>b</sup>p<0,05.

<sup>c</sup>Del programa Prospera y otros suplementos nutricionales de venta comercial.;

Tabla 4. Modelo de regresión logística múltiple para indicadores del estado de nutrición y variables sociodemográficas en población preescolar indígena Tarahumara.<sup>a</sup>

Variables	Talla baja (n=239)	Emaciación (n=240)	Bajo Peso (n=249)	Sobrepeso (n=236)
	Razón de momios (I.C. 95%)			
Edad del niño(a) (meses)	0,98 (0,96-1,00)	0,97 (0,93-1,01)	1,01 (0,99-1,04)	0,97 (0,94-1,00)
Sexo del niño(a) (masculino)	2,51 (1,45-4,34) <sup>c</sup>	1,68 (0,47-5,93)	1,38 (0,61-3,13)	1,46(0,68-3,14)
Escolaridad de la madre/cuidadora (ninguna=1)	1,45 (0,80-2,61)	1,51 (0,44-5,16)	1,81 (0,79-4,13)	0,39 (0,15-0,99) <sup>c</sup>
Tiempo de ser beneficiario de FT (>24 meses)	0,94 (0,52-1,72)	0,42 (0,08-2,18)	0,39 (0,15-1,03)	2,97 (1,26-6,97) <sup>c</sup>
Índice de bienestar del hogar				
Tercer tercil	1	1	1	1
Segundo tercil	1,59 (0,80-3,15)	2,69 (0,47-15,3)	3,11 (0,92-10, 5)	1,72 (0,72-4,09)
Primer tercil	1,90 (0,97-3,73)	2,14 (0,37-12,2)	3,22 (0,95-10,8)	0,81 (0,29-2,27)

<sup>a</sup> Se probaron variables que no cambiaron el sentido, ni la significancia de los estimadores, tales como: toma de suplementos y pertenencia a otros programas sociales, morbilidad último mes (IRAs y EDAs) y lactancia materna al momento de la encuesta; por lo que, no se presenta el modelo de regresión logística final. <sup>b</sup>Talla baja=<-2 D.E. del puntaje Z de talla para la edad; Emaciación=<-2 D.E. del puntaje Z de peso talla; Bajo peso =<-2 D.E. del puntaje Z de peso para la edad; Sobrepeso=>2 D.E. del puntaje Z de índice de masa corporal ajustado para edad. <sup>c</sup> p < 0,05.

### Discusión

Este trabajo contribuye a documentar y revisar el estado de nutrición de la población infantil indígena Tarahumara, quienes presentan proporciones de talla baja (30,2 puntos porcentuales más que la media nacional) y sobrepeso (8,4 puntos porcentuales más que la media nacional) superiores a las prevalencias nacionales en el área rural para este grupo de edad, y más altas que en infantes indígenas que viven en localidades pobres de México (4).

En consistencia con estos hallazgos, se ha documentado que población infantil Tarahumara (7) que vive en su ambiente tradicional presenta 30 % de talla baja y 7 % de sobrepeso; mientras que, los que migran a zonas urbanas tienen mayor sobrepeso (22 %) (8). Monárrez *et al* (9), reportó 57 % de talla baja en 450 niños(as) Tarahumaras <5 años y ésta prevalencia se incrementaba hasta alcanzar 65 % conforme aumentaba la edad del infante. Asimismo, la mala nutrición, ya ha sido reportada en la región en población infantil indígena (5-23 meses) de los altos de Guatemala (talla baja de 38 %) (17); lo mismo que para Ecuador, en

donde, 45,1 % de niños(as) y adolescentes indígenas tenían talla baja y 60% de las mujeres presentaron sobrepeso (18).

La consistencia de hallazgos de sobrepeso y desnutrición crónica en población indígena confirman la presencia del fenómeno de la mala nutrición en México y en América Latina (19).

La desnutrición crónica es un factor de riesgo para la salud, la sobrevivencia y el desarrollo infantil, y se ha considerado, un indicador de desarrollo económico y de salud de un país, por lo que, su alta prevalencia, demuestra el rezago social en población indígena (20-21). A su vez, dicha inequidad socioeconómica (21) conduce a precarias condiciones de vivienda, poco acceso a los servicios de salud, poca higiene y por tanto mayor incidencia de infecciones gastrointestinales (22-23), lo que puede conducir a las altas prevalencias de talla baja. A pesar de que en éste análisis, no se detectó asociación significativa con las condiciones de vivienda y la morbilidad infantil en el último mes, ambas condiciones, de forma crónica podrían haber determinado las altas prevalencias de talla baja; como lo documenta un estudio en población indígena; en donde se confirmó que los principales problemas de salud se relacionan con la exposición a microorganismos patógenos en el agua y el suelo (24), debido al escaso acceso

a servicios básicos y de salud (25). En cuanto a la afectación diferencial de talla baja en el sexo masculino, esto ya ha sido documentado y explicado por cuestiones culturales (9); ya que los niños son considerados con mayor fuerza física, y se les superpone más resistencia, incluso en la alimentación (9).

Por otro lado, los grupos poblacionales en desventaja socioeconómica y con alta inseguridad alimentaria (26) poseen una habilidad disminuida para acceder a una dieta de calidad (27), y en su lugar, consumen alimentos de baja densidad nutrimental y alto valor energético (28), que predisponen al exceso de peso. En la muestra estudiada, se documentó una alta prevalencia de sobrepeso (29), lo que podría deberse a los cambios en el sistema alimentario que provocan mayor acceso a calorías en este subgrupo poblacional (30), y, por otra parte, la nula educación materna podría conferir un factor protector al sobrepeso debido a una mayor desventaja socioeconómica (26,30).

Programas sociales nacionales (31), no han logrado una adecuada cobertura en la etnia Tarahumara (1,3% refirió adscripción a un programa social y 8% refirió consumir algún suplemento alimenticio). Además de la barrera del idioma, la dispersión de las comunidades y la limitada infraestructura Tarahumara complican la cobertura y el acceso de los programas sociales y servicios de salud (32). Asimismo, la etnia Tarahumara posee una identidad propia y no se identifica con el personal de salud debido a sus usos y costumbres (33). Por lo anterior, las asociaciones civiles (en este caso la FT) que operan en distintas comunidades de la sierra Tarahumara y que implementan acciones de salud y nutrición son una ventana de oportunidad para acceder a esta población (11). No obstante, como se observa en los datos presentados aquí, es de destacarse la urgencia de evaluar las acciones de dichos programas para descartar que estén provocando efectos adversos, como el exceso de peso en la población beneficiaria.

Por lo expuesto anteriormente, la población indígena Tarahumara dista mucho de cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), donde se pide garantizar vidas saludables y promover el bienestar durante todo el ciclo de vida, así como, poner fin al hambre, alcanzar la seguridad alimentaria y un mejor estado de nutrición. Asimismo, en poblaciones en donde coexiste la desnutrición y el sobrepeso se deben considerar las intervenciones de triple propósito para reducir y/o contrarrestar tanto las deficiencias como los

excesos, tales como: promoción de la lactancia materna y suplementación con micronutrientes (34).

Los datos aquí presentados deben ser interpretados de acuerdo con la naturaleza transversal del estudio y que existen variables que no se consideraron en la recolección de información. Respecto a la pérdida de 84 registros antropométricos (no medidos), que redujo la muestra de 323 a 256 datos, y de éstos, solo 230 contaron con información sociodemográfica completa; se detectó que la edad materna fue la variable estadísticamente diferente entre los que tenían datos antropométricos y los que no ( $28,8 \pm 9,67$  vs  $32,5 \pm 10,3$ ;  $p=0,039$ ), lo que podría indicar que las madres más jóvenes facilitaron la medición (ej. quitar adornos, retirar suéteres, adecuar la posición de la medición, etc). Cabe mencionar, que para fines de comparabilidad con encuestas nacionales (4) y regionales (18) ante la falta de referencias locales para población indígena se utilizaron los puntos de corte de la OMS (15).

Por otro lado, es de resaltar que la FT nos permitió acercarnos a la población y evaluar su estado de nutrición ante la imposibilidad de un muestreo probabilístico en una población que carece de un marco muestral actualizado (5-6) y que además atraviesa por fuertes problemas sociales (ej. Violencia y narcotráfico) y cuya dispersión en sus asentamientos dificulta la logística acceso (35). En este sentido, a pesar de las limitaciones en la selección de la muestra de estudio este trabajo puede contribuir importantemente a tener un panorama nutricional de la población de estudio.

Una fortaleza de este estudio radica en que se abarca un área geográfica mayor y una muestra superior a la evidencia publicada sobre esta población (7-9, 30), incluyendo 7 municipios de la Sierra Tarahumara, algunas de difícil acceso geográfico y de seguridad (11). Esto último es sumamente relevante, si se considera que es una población altamente vulnerable y en quienes no se ha documentado información suficiente en relación a salud y nutrición (5-6,18). Aunque los resultados encontrados de indicadores de mala

nutrición pueden no garantizar la validez externa, los resultados pueden orientar acciones dirigidas a la población infantil Tarahumara, identificando que es prioridad dirigir los programas sociales y de salud a esta población. Cabe destacar que las dificultades logísticas enfrentadas en este estudio (ej. violencia, dispersión de la población, lengua indígena, etc) disminuyen la factibilidad de realizar encuestas periódicas que permitan el monitoreo, sin embargo, es urgente invertir recursos en ello para revertir el rezago en salud (11).

En este sentido, es importante mencionar que los Tarahumaras no han sido objeto de alguna intervención que favorezca su bienestar y el escaso apoyo con el que se cuenta, ha sido por demás insuficiente (10). Por tanto, los hallazgos de indicadores de mala nutrición en la muestra estudiada podrían ser indicio de la necesidad de más estudios que orienten las acciones públicas y que contribuya en el avance hacia una mayor equidad social y de salud en la población infantil Tarahumara (36).

#### Agradecimientos y financiamiento:

Fundación Tarahumara José A. Llaguno ABP

#### Referencias

1. Black RE, Allen LH, Bhutta ZA, Caulfield LE, de Onis M, Ezzati M, *et al.* Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet* 2008;371:243-60. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61690-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61690-0)
2. Wells CJ, Sawaya AL, Wibaek R, Mwangome M, Poullas M, Yajnik C, *et al.* The double burden of malnutrition: aetiological pathways and consequences for health. *Lancet* 2019;395. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32472-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32472-9)
3. Gutiérrez JP, Heredia I, Hernández-Serrato MI, Pelcastre-Villafuerte BE, Torres-Pereda P, Reyes-Morales H. Desigualdades en el acceso a servicios base de las políticas para la reducción de la brecha de salud. *Salud Pública Mex* 2019;61:726-33.
4. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19. Cuernavaca, Morelos, México: INSP; 2018.
5. Instituto Nacional de Geografía e Informática INEGI. Encuesta Intercensal. México, 2015. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/intercensal/2015/doc/eic\\_2015\\_presentacion.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/intercensal/2015/doc/eic_2015_presentacion.pdf) [Accesado octubre 15, 2019].
6. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). 2010. Atlas de los pueblos indígenas de México. Disponible en: <http://www.cdi.gob.mx/atlas/> [Accesado Febrero, 2019]
7. Balcáza M, Pasquel P, De Garine I. Dieta, actividad física y estado de nutrición en escolares Tarahumaras, México. *Rev Chil Salud Pública* 2009;13:30-37.
8. Monárrez J, Martínez H. Prevalencia de desnutrición en niños Tarahumaras menores de cinco años en el municipio de Guachochi, Chihuahua. *Salud Pública Mex* 2000;42:8-16.
9. Monárrez-Espino J, Martínez H, Martínez V, Greiner T. Nutritional status of indigenous children at boarding schools in northern Mexico. *Europ J Clin Nutr* 2004; 58:532-40.
10. Monárrez-Espino J, Martínez H, Greiner T, Anemia ferropiva en mujeres Tarahumaras, en edad fértil del norte de México. *Salud Pública Mex* 2001;43:398-401.
11. Fundación Tarahumara José A. Llaguno ABP. Programa de nutrición infantil. Creel, Chihuahua, México: Fundación Tarahumara; 2015. Disponible en: <http://www.tarahumara.org.mx/> [Accesado enero, 2016]
12. Rivera JA, Shamah T, Villalpando S, Monterrubio E. Effectiveness of a large-scale iron-fortified milk distribution program on anemia and iron deficiency in low-income young children in Mexico. *Am J Clin Nutr* 2010;91:431-439.
13. López L. Compromiso y participación social en un grupo de trabajo comunitario de Xoxocotla, Morelos (tesis). Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2014. [Links: <http://catalogoinsp.mx/files/tes/054087.pdf>]
14. Habicht J. Standardization of anthropometric methods in the field. *PAHO Bull* 1974;76:375-384.
15. World Health Organization. Anthro para computadoras personales, versión 3, 2009: Software para evaluar el crecimiento y desarrollo de las(os) niñas(os) del mundo. Ginebra, OMS; 2009. Disponible en: <http://www.OMS.int/childgrowth/software/en/>
16. Vyas S, Kumaranayake L. Construing socio-economic status índice: how to use principal component analysis. *Health Policy and Planning* 2006;21:459-68.
17. Doak CM, Campos PM, Vossenaar M, Solomons WS. The stunted child with an overweight mother as a growing public health concern in resource-poor environments: a case study from Guatemala, *Ann Hum Biol* 2016;43:122-30. DOI: 10.3109/03014460.2015.1136356
18. Villena-Esponera, M.P., Moreno-Rojas, R. & Molina-Recio, G. Food Insecurity and the Double Burden of Malnutrition of Indigenous Refugee Épera Siapidara. *J Immigrant Minority Health* 21, 1035-1042 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10903-018-0807-5>

19. Kroker MF, Pedroza-Tobias A, Pedraza LS, Rivera JA. Double burden of undernutrition and excess body weight in Mexico. *Am J Clin Nutr* 2014;100:1652S-58S. doi: 10.3945/ajcn.114.083832
20. Matos SMA, Amorim LD, Campos ACF, Barreto ML, Rodrigues LC, Morejón YA, *et al.* Growth patterns in early childhood: Better trajectories in Afro-Ecuadorians independent of sex and socioeconomic factors. *Nutr Res* 2017;44:51-59. doi: 10.1016/j.nutres.2017.06.003.
21. Restrepo-Mendez MC, Barros A, Black R, Victora CG. Time trends in socioeconomic inequalities in stunting prevalence. Analyses of repeated national surveys. *Public Health Nutr* 2015;18:2097-104.
22. Hotez, P. Empowering girls and women through hookworm prevention. *Am J Trop Med Hyg* 2018;98:1211-12. doi: 10.4269/ajtmh.17-0934.
23. Monárrez-Espino J, Pérez-Espejo CR, Vázquez-Mendoza G, Balleza-Carreón A, Caballero-Hoyos R. Intervention to prevent intestinal parasitic reinfections among Tarahumara indigenous schoolchildren in northern Mexico. *Rev Panam Salud Pública* 2011;30:196-203.
24. Terán-Hernández M, Díaz-Barriga F, Cubillas-Tejeda AC. Diagnóstico de salud y percepción de riesgos, elementos clave para una propuesta de intervención en comunidades indígenas en México. *Rev Panam Salud Pública* 2016;39:106-14.
25. Escamilla-Núñez C, Delgado-Sánchez G, Castro-Porras LV, Ferreira-Guerrero E, Hernández-Cadena L, Mongua-Rodríguez N, *et al.* Tendencias en la prevalencia de IRA y EDA en la primera infancia y factores asociados. *Ensanut 2012 y 100 k. Salud Pública Mex* 2019;61:798-808.
26. Mundo-Rosas V, Unar-Munguía M, Hernández-F M, Pérez-Escamilla R, Shamah-Levy T. La seguridad alimentaria en los hogares en pobreza de México, una mirada desde el acceso, la disponibilidad y el consumo. *Salud Pública Mex.* 2019;61:866-875.
27. Dinsa GD, Goryakin Y, Fumagalli E, Suhrcke M. Obesity and socioeconomic status in developing countries: a systematic review. *Obes Rev.* 2012;13(11):1067-1079. doi:10.1111/j.1467-789X.2012.01017.x.
28. Hernández Licona G, Minir-Campa E, Aranda-Balzazar R. Determinantes económicos: evolución del costo de las calorías en México. [Economic determinants: evolution in the cost of calories in Mexico.] In: Rivera JA, Hernández M, Aguilar C, Vadillo F, Murayama C, editors. *Obesidad en México. Recomendaciones para una política de Estado.* [Obesity in Mexico. Recommendations for state policy.] Mexico City (Mexico): Academia Nacional de Medicina [National Academy of Medicine]; 2012:145-165.
29. Pan American Health Organization. *Obesity and poverty: a new public health challenge.* Washington DC: PAHO, 2000.
30. Monárrez-Espino J, Béjar-Lío GI, Vázquez-Mendoza G. Adecuación de la dieta servida a escolares en albergues indigenistas de la sierra Tarahumara. *Salud Pública Mex* 2010;52:23-9.
31. Diario Oficial de la Federación (DOF). Programa Sectorial de Desarrollo Social 2007-2012. Mexico DF, Mexico: DOF; 2008.
32. Alianza de la sierra madre. Informe: Derechos territoriales de los pueblos indígenas de la sierra Tarahumara. Consultoría técnica comunitaria. Tierra Nativa. 2016. (Disponible en: <http://kwira.org/wp-content/uploads/informeterritorialtarahumara.pdf>) [Consultado 15 diciembre, 2019]
33. Serván-Mori E, Pelcastre-Villafuerte B, Heredia I, Montoya-Rodríguez A. Essential health care among Mexican indigenous people in a universal coverage context. *Ethnicity & Disease* 2014;24:423-30.
34. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Barker PI, Bogard J, *et al.* The global syndemic of obesity, undernutrition and climate change: The Lancet Commission report. *The Lancet.* 2019;393(10173):791-846.
35. World Web Wide: <https://www.proceso.com.mx/456094/la-tarahumara-bajo-yugo-del-narco> [Accessed January 2019]
36. Rivera-Dommarco JA, Shamah-Levy T, Barrientos-Gutiérrez T, Bautista-Arredondo S, Romero-Martínez M, Pelcastre-Villafuerte B, *et al.* La salud de los mexicanos que habitan en localidades de menos de 100 000 habitantes. *Salud Pública Mex* 2019;61:709-15.

Recibido: 13/04/2021  
Aceptado: 12/11/2021

## Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers

Pere Riutord Sbert<sup>1</sup>,  Bartomeu Riutord Fe<sup>1</sup>,  Neus Riutord Fe<sup>1</sup>,  Sebastiana Arroyo Bote<sup>1</sup>,   
Ángel Arturo López González<sup>1</sup>,  José Ignacio Ramírez Manent<sup>2</sup>, 

**Abstract:** Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers.

**Introduction.** Insulin resistance is a pathological entity that can lead to alterations in lipid metabolism and can increase cardiovascular risk. **Objective.** The aim of this study was to assess the influence of different sociodemographic variables such as age, sex and social class and healthy habits such as smoking, physical activity and adherence to the Mediterranean diet on the cardiometabolic profile of Spanish workers.

**Material and methods.** A descriptive, cross-sectional study was carried out in 1457 Spanish workers in an attempt to evaluate the effect of healthy habits (physical exercise determined with the IPAQ questionnaire, Mediterranean diet and tobacco consumption) and sociodemographic variables (age, sex and social class) on the values of different insulin resistance scales. **Results.** The progressive increase in the level of physical activity and high adherence to the Mediterranean diet achieved an improvement in the mean values and in the prevalence of elevated values in all the insulin resistance scales analyzed in this study. Age over 50 years and belonging to the least favored social classes (social classes II-III) were the variables that increased the risk of presenting insulin resistance. Male sex also increased the risk of presenting insulin resistance. **Conclusions.** The different healthy habits such as vigorous physical exercise and high adherence to the Mediterranean diet improve the values of the different scales that assess insulin resistance. **Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 261-269.**

**Keywords:** Mediterranean diet, physical activity, insulin resistance.

**Resumen:** Perfil de riesgo cardiometabólico en relación a la práctica de hábitos saludables en una muestra de trabajadores españoles. **Introducción.** La resistencia a la insulina es una entidad patológica que puede provocar alteraciones en el metabolismo de los lípidos y puede aumentar el riesgo cardiovascular. **Objetivo.** En este trabajo se pretende valorar la influencia de diferentes variables sociodemográficas como la edad, el sexo y la clase social y hábitos saludables como el consumo de tabaco, la actividad física y la adherencia a la dieta mediterránea en el perfil cardiometabólico de trabajadores españoles. **Material y métodos.** Se realizó un estudio descriptivo y transversal en 1457 trabajadores españoles intentando evaluar el efecto de los hábitos saludables (ejercicio físico determinado con el cuestionario IPAQ, dieta mediterránea y consumo de tabaco) y las variables sociodemográficas (edad, sexo y clase social) sobre los valores de diferentes escalas de resistencia a la insulina. **Resultados.** El aumento progresivo del nivel de actividad física y la alta adherencia a la dieta mediterránea consiguieron una mejoría en los valores medios y en la prevalencia de los valores elevados en todas las escalas de resistencia a la insulina analizadas en este estudio. La edad por encima de los 50 años y la pertenencia a las clases sociales menos favorecidas (clases sociales II-III) fueron las variables que aumentaron el riesgo de presentar resistencia a la insulina. El sexo masculino también incrementó el riesgo de presentar resistencia a la insulina. **Conclusiones.** Los diferentes hábitos saludables como el ejercicio físico vigoroso y la alta adherencia a la dieta mediterránea mejoran los valores de las diferentes escalas que valoran resistencia a la insulina. **Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 261-269.**

**Palabras clave:** dieta mediterránea, actividad física, resistencia a la insulina.

### Introduction

Insulin resistance (IR) is characterized by a decrease in the capacity of insulin to perform its normal physiological functions. It usually appears before type 2 diabetes mellitus or metabolic syndrome and is associated with overweight and obesity (1). Other factors also associated

<sup>1</sup>Department of Odontology, Faculty of Odontology, ADEMA University School. Palma. Spain. <sup>2</sup>Balearic Islands Health Service. Palma. Spain

Autor para la correspondencia: Ángel Arturo López González, E-mail: angarturo@gmail.com



with it are age, gestation, and polycystic ovary – where IR also plays an important role (2).

At first, IR creates compensatory mechanisms so that, for a time, increased insulin secretion manages to keep blood glucose levels under control (3). This period, which we could call pre-diabetic, is difficult to detect clinically, because blood glucose levels are normal; however, this situation progressively worsens when pancreatic failure appears, that is, when the beta cells of the pancreas are not only incapable of maintaining insulin hypersecretion, but also begin to deteriorate, thereby decreasing insulin secretion. In this situation most cases of type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome are diagnosed. It is also known that genetic (4) and oxidative stress (5) mechanisms are involved in the genesis of IR.

Insulin not only regulates glucose homeostasis, but also plays an important role in lipid and protein metabolism, which in turn can be altered in states of insulin resistance (6).

The aim of this study was to determine how healthy habits (physical activity, Mediterranean diet, and tobacco consumption) and sociodemographic variables (age, sex, and social class) affect cardiometabolic profile.

### Material and methods

A retrospective, cross-sectional study was performed in 1584 Spanish workers during the period from January 2017 to December 2017. Of these, 127 were excluded (69 for not agreeing to participate and 58 for being under 18 years of age) remaining 1457 workers who were the ones finally included in the study; 718 of these were women (mean age 43.30 years) and 739 men (mean age 46.02 years). The workers were selected from among those who attended periodic occupational medical check-ups.

#### *Inclusion criteria*

- Aged between 18 and 67 years.

- Being an active worker.
- Belonging to one of the companies collaborating in the study.
- Accepting to participate in the study.

Anthropometric measurements of height and weight, both clinical and analytical, were performed by the health personnel of the different occupational health units participating in the study, after standardizing the measurement techniques. These measurements are performed according to ISAK criteria (7).

To measure weight, expressed in kilograms, and height, which is expressed in m, a scale with a measuring rod was used: SECA brand 700 with a SECA 220 telescopic measuring rod attached.

Abdominal waist circumference was measured with a SECA model measuring tape with the person in a standing position, feet together, trunk erect, and abdomen relaxed. The tape was placed parallel to the floor at the level of the last floating rib. Hip circumference is measured at the level of the femoral trochanters coinciding with the point where the buttocks reach the greatest development. Waist to height ratio and waist to hip ratio indices were obtained by dividing the waist circumference by height and hip circumference, respectively. The cut-off point for the former was 0.50 and for the latter 0.85 for women and 0.95 for men (8).

Blood pressure was measured lying down with a calibrated OMRON M3 automatic sphygmomanometer after 10 minutes of rest. Three measurements were taken at one-minute intervals and the mean of the three was used. Blood tests were obtained by peripheral venipuncture after a 12-hour fast. Samples were sent to reference laboratories and processed within 48-72 hours. Automated enzymatic methods were used for blood glucose, total cholesterol, and triglycerides. Values are expressed in mg/dl. HDL was determined by precipitation with dextran sulfate C12Mg, and values were expressed in mg/dl. LDL was calculated using the Friedewald formula (provided that triglycerides were below 400 mg/dl). Values are expressed in mg/dl.

Friedewald formula:  $LDL = \text{total cholesterol} - HDL - \frac{\text{triglycerides}}{5}$

Glycemia figures were classified based on the recommendations of the American Diabetes Association (9); patients with a previous diagnosis, those who after obtaining a

glycemia figure higher than 125 mg/dl presented glycosylated hemoglobin  $\geq 6.5\%$ , and those on hypoglycemic treatment were qualified as diabetic.

Body mass index (BMI) is calculated by dividing weight by height in meters squared ( $BMI = \text{Weight (kg)}/\text{Height}^2 \text{ (m)}$ ). The cut-off point for obesity according to WHO criteria is 30.

Lipid accumulation product (LAP) (10) is calculated:

- In men:  $(\text{waist circumference (cm)} - 65) \times (\text{triglyceride concentration (mMol)})$ .
- In women:  $(\text{waist circumference (cm)} - 58) \times (\text{triglyceride concentration (mMol)})$ .

The cut-off point for it to be considered high is 30.40 in women and 56.70 in men (11).

Cardiometabolic index (12) is obtained by multiplying the waist-to-height ratio by the triglyceride/HDL-c atherogenic index. The cut-off point for considering it high is 0.80 for women and 1.75 for men.

Waist triglyceride index (13) is calculated by multiplying the waist circumference in cm by triglycerides in mmol. The cut-off point is 190.40. triglyceride glucose index – BMI, triglyceride glucose index – waist circumference

Ty G index (14) =  $\text{LN}(\text{TG [mg/dL]} \times \text{blood glucose [mg/dL]}/2)$ . With a cut-off point of 8.72 in men and 8.92 in women (15).

Other indices are derived from it (16).

Ty G index-BMI = Ty G index x BMI

Ty G index- waist circumference = Ty G index x waist circumference

Ty G index-waist to height ratio = Ty G index x waist/height

Ty G index-waist/hip

Tobacco consumption was considered as a dichotomous variable and could have the value of yes/no. A smoker was a person who had regularly consumed at least 1 cigarette/day (or the equivalent in other types of consumption) in the previous month or had quit smoking less than a year before. A person who had not smoked for more than 12 months or had never smoked was considered a non-smoker.

Social class was obtained from the 2011 National Classification of Occupations (CNO-11), based on the

proposal made by the social determinants group of the Spanish Society of Epidemiology (17). We opted for classification in 3 categories: Class I, Directors/managers, university professionals, athletes and artists. Class II, Intermediate occupations and self-employed workers without employees. Class III, Unskilled workers.

Diet was assessed by means of the questionnaire on adherence to the Mediterranean diet (18) based on the Predimed test, which consists of 14 questions that are scored with 0 or 1 point each. Values below 9 are considered low adherence and values of 9 or higher are considered good adherence.

The International Physical Activity Questionnaire (19) (IPAQ) consists in questions about the frequency, duration and intensity of activity (moderate and intense) performed in the last seven days, as well as walking and sitting time in a working day. The short 7-item version is used in this study.

TEST VALUE:

1. Walking:  $3'3 \text{ MET} \times \text{minutes of walking} \times \text{days per week}$ .
2. Moderate Physical Activity:  $4 \text{ MET} \times \text{x minutes} \times \text{days per week}$
3. Vigorous Physical Activity:  $8 \text{ MET} \times \text{x minutes} \times \text{days per week}$ .

The three values obtained are then added together

CLASSIFICATION CRITERIA:

Moderate Physical Activity:

- 3 or more days of moderate physical activity and/or walking at least 30 minutes per day.
- 5 or more days of any combination of walking, moderate or vigorous physical activity achieving at least a total of 600 METs.

Vigorous Physical Activity:

- Vigorous Physical Activity at least 3 days per week achieving a total of at least 1500 METs.

- 7 days of any combination of walking, moderate physical activity and/or vigorous physical activity, achieving a total of at least 3000 METs.

MET is the Unit of Measurement of the test

*Statistical analysis*

A descriptive analysis of the categorical variables was performed, by calculating the frequency and distribution of responses for each one. For quantitative variables, the mean and standard deviation were calculated, while for qualitative variables, the percentage was calculated. The bivariate association analysis was performed using the Chi squared test (with correction of Fisher's exact statistic when conditions required it) and Student's t test for independent samples. For the multivariate analysis, binary logistic regression was used with the Wald method, with calculation of the Odds ratio and the Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test. Statistical analysis was performed with the SPSS 27.0 program, with an accepted statistical significance level of 0.05.

*Ethical considerations and aspects*

The study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of the Balearic Islands Health Area no. IB 4383/20. All procedures were performed in accordance with the ethical standards of the institutional research committee and with the 2013 Declaration of Helsinki. All patients signed written informed consent documents before participating in the study.

**Results**

Values of the anthropometric, clinical, analytical, sociodemographic, and healthy habit variables, with the exception of cholesterol, were worse among the men in our study population. The complete data are presented in Table 1.

Most of the scales studied showed an improvement in mean values as the level of physical activity increased; this situation was observed in both sexes. The complete data are presented in Table 2.

Table 1. Characteristics of the population

	Women (n=718)	Men (n=739)	Total (n=1457)	p-value
	mean (SD)	mean (SD)	mean (SD)	
Age (years)	43.30 (8.44)	46.02 (8.50)	44.68 (8.57)	<0.0001
Weight (kg)	66.29 (12.29)	82.24 (13.81)	74.38 (15.32)	<0.0001
Height (m)	1.62 (0.06)	1.73 (0.07)	1.68 (0.09)	<0.0001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.36 (4.61)	27.40 (4.13)	26.39 (4.49)	<0.0001
Waist (cm)	89.44 (16.36)	97.00 (10.65)	93.27 (14.27)	<0.0001
Hip (cm)	105.78 (13.22)	108.77 (10.27)	107.29 (11.91)	<0.0001
Systolic Blood Pressure (mm Hg)	121.31 (17.05)	133.76 (18.11)	127.62 (18.66)	<0.0001
Diastolic Blood Pressure (mm Hg)	75.03 (10.58)	80.63 (11.43)	77.87 (11.36)	<0.0001
Total cholesterol (mg/dl)	186.02 (31.14)	183.37 (31.72)	184.67 (31.46)	0.108
HDL (mg/dl)	60.18 (13.55)	49.83 (12.16)	54.93 (13.86)	<0.0001
LDL (mg/dl)	107.88 (28.16)	108.94 (29.15)	108.42 (28.66)	0.483
Triglycerides (mg/dl)	86.57 (43.59)	119.55 (87.42)	103.30 (71.28)	<0.0001
Glycemia (mg/dl)	92.16 (16.31)	98.68 (19.54)	95.47 (18.30)	<0.0001
	Percentage	Percentage	Percentage	p-value
<35 years	16.71	10.42	13.52	<0.0001
35-49 years	57.80	51.01	54.36	
≥ 50 years	25.49	38.57	32.12	
Social class I	18.94	8.80	13.80	<0.0001
Social class II	63.65	82.67	73.30	
Social class III	17.41	8.53	12.90	
No tobacco	71.87	72.94	72.41	<0.0001
Yes tobacco	28.13	27.06	27.59	
MET low	23.68	19.08	21.35	<0.0001
MET moderate	48.05	36.4	42.14	
MET high	28.27	44.52	36.51	
Predimed low	36.49	48.17	42.42	<0.0001
Predimed high	63.51	51.83	57.58	

BMI Body mass index. HDL High Density Lipoprotein. LDL. Low Density Lipoprotein. MET Unit of Measurement of the IPAQ questionnaire. MET low under 600 METS, MET moderate between 600-2999 MET, MET high at least 3000 MET. Predimed low ≤ 8 points. Predimed high ≥ 9 points.

Something similar was observed with adherence to the Mediterranean diet, such that people, both men and women, with high adherence presented better values in the scales analyzed. All the data are shown in Table 3.

As occurred with the mean values, the prevalence of altered values in these scales decreased in parallel with an increase

Table 2. Mean values in the different scales according to physical activity by gender

	Women			p-value	Men			p-value
	MET low	MET moderate	MET high		MET low	MET moderate	MET high	
	n=170	n=345	n=203		n=141	n=269	n=329	
	mean (SD)	mean (SD)	mean (SD)		mean (SD)	mean (SD)	mean (SD)	
Lipid accumulation product	37.75 (28.95)	31.04 (25.65)	30.97 (31.62)	<0.0001	58.57 (55.36)	45.84 (34.19)	37.34 (34.75)	<0.0001
Waist Triglyceride index	104.67 (60.64)	86.74 (47.87)	84.40 (57.33)	<0.0001	165.61 (123.31)	138.74 (94.49)	115.96 (94.77)	<0.0001
TyG index	8.36 (0.47)	8.15 (0.46)	8.09 (0.42)	<0.0001	8.75 (0.52)	8.57 (0.58)	8.38 (0.53)	<0.0001
Ty G index-BMI	221.59 (42.60)	207.38 (46.39)	199.37 (41.67)	<0.0001	253.02 (46.61)	235.73 (43.60)	224.66 (37.76)	<0.0001
Ty G index-waist circumference	753.33 (137.25)	729.95 (164.68)	727.31 (149.96)	<0.0001	876.53 (120.43)	835.08 (118.54)	801.12 (108.27)	<0.0001
Ty G index-WtHR	4.67 (0.90)	4.53 (1.06)	4.49 (0.95)	<0.0001	5.05 (0.68)	4.84 (0.73)	4.63 (0.64)	<0.0001
Ty G index-WtHipR	7.08 (0.82)	6.82 (0.85)	6.78 (0.86)	<0.0001	7.89 (0.69)	7.62 (0.74)	7.47 (0.73)	<0.0001
Cardiometabolic index	1.12 (0.95)	0.85 (0.62)	0.79 (0.67)	<0.0001	2.04 (1.79)	1.59 (1.28)	1.24 (1.05)	<0.0001

Ty G Triglyceride Glucose index WtHR Waist to Height Ratio. WtHipR Waist to Hip Ratio. BMI Body mass index. MET Unit of Measurement of the IPAQ questionnaire. MET low under 600 METS, MET moderate between 600-2999 MET, MET high at least 3000 MET

in the level of physical activity, which could be seen in both women and men (see Table 4).

Adherence to the Mediterranean diet had a similar effect on the prevalence of the values studied in these scales, with better results in people with a high adherence, as shown in Table 5.

Age over 50 years, male sex, smoking, low physical activity, low adherence to the Mediterranean diet, and social classes II and III were established as covariates in the multivariate analysis, with sex and physical activity as the only variables that displayed an influence in all the scales analyzed.

Table 3. Mean values in the different scales according to healthy food by gender

	Women		p-value	Men		p-value
	Predimed low	Predimed high		Predimed low	Predimed high	
	n=262	n=456		n=356	n=383	
	mean (SD)	mean (SD)		mean (SD)	mean (SD)	
Lipid accumulation product	36.59 (30.27)	30.32 (26.93)	<0.0001	48.16 (43.08)	41.07 (36.73)	<0.0001
Waist Triglyceride index	96.40 (59.00)	86.83 (51.27)	<0.0001	142.36 (105.88)	125.70 (98.30)	<0.0001
TyG index	8.22 (0.47)	8.17 (0.46)	<0.0001	8.59 (0.57)	8.46 (0.55)	<0.0001
TyG index-BMI	214.59 (42.78)	204.97 (45.72)	<0.0001	229.37 (40.43)	239.18 (45.02)	<0.0001
TyG index-waist circumference	763.97 (145.05)	717.95 (157.52)	<0.0001	843.13 (118.49)	813.68 (115.33)	<0.0001
TyG index-WtHR	4.75 (0.93)	4.44 (1.02)	<0.0001	4.86 (0.69)	4.71 (0.70)	<0.0001
TyG index-WtHipR	7.06 (0.87)	6.80 (0.83)	<0.0001	7.69 (0.75)	7.52 (0.72)	<0.0001
Cardiometabolic index	1.00 (0.82)	0.84 (0.67)	<0.0001	1.67 (1.48)	1.38 (1.17)	<0.0001

Ty G Triglyceride Glucose index WtHR Waist to Height Ratio. WtHipR Waist to Hip Ratio. BMI Body mass index Predimed low ≤ 8 points Predimed high ≥ 9 points

Of these, the one showing the greatest influence was sex, with odds ratios ranging from 0.36 (95% CI 0.28-0.46) for LAP to 4.34 (95% CI 2.90-6.50)

for high Waist Triglyceride index. On the other hand, tobacco only showed a relationship with Ty G index-BMI. All the results are presented in Table 6.

Table 4. Prevalence of altered values in the different scales according to physical activity by gender

	Women			p-value	Men			p-value
	MET low	MET moderate	MET high		MET low	MET moderate	MET high	
	n=170	n=345	n=203		n=141	n=269	n=329	
	Percentage	Percentage	Percentage		Percentage	Percentage	Percentage	
Lipid accumulation product high	49.41	39.42	38.42	<0.0001	36.17	27.88	17.02	<0.0001
Waist Triglyceride index high	7.65	4.06	3.45	<0.0001	29.08	18.22	9.73	<0.0001
Ty G index high	18.24	13.04	5.91	<0.0001	45.39	36.80	24.62	<0.0001
Ty G index-BMI high	41.76	30.72	18.72	<0.0001	74.47	56.88	46.50	<0.0001
Ty G index-waist circumference high	60.59	53.04	50.65	<0.0001	93.62	83.64	76.29	<0.0001
Cardiometabolic index high	55.88	40.29	34.98	<0.0001	41.84	32.34	20.67	<0.0001

Ty G Triglyceride Glucose index. BMI Body mass index. MET Unit of Measurement of the IPAQ questionnaire. MET low under 600 METS, MET moderate between 600-2999 MET, MET high at least 3000 MET

Table 5. Prevalence of altered values in the different scales according to healthy food by gender

	Women		p-value	Men		p-value
	Predimed low	Predimed high		Predimed low	Predimed high	
	n=262	n=456		n=356	n=383	
	Percentage	Percentage		Percentage	Percentage	
Lipid accumulation product high	47.71	37.94	<0.0001	28.37	21.15	<0.0001
Waist Triglyceride index high	6.11	3.95	<0.0001	18.26	14.88	<0.0001
Ty G index high	13.74	11.40	<0.0001	38.20	28.20	<0.0001
Ty G index-BMI high	36.26	26.32	<0.0001	61.24	50.39	<0.0001
Ty G index-waist circumference high	63.36	51.54	<0.0001	85.39	79.37	<0.0001
Cardiometabolic index high	45.80	40.57	<0.0001	34.27	24.02	<0.0001

Ty G Triglyceride Glucose index. BMI Body mass index Predimed low ≤ 8 points Predimed high ≥ 9 points

Table 6. Logistic regression analysis

	Men	Age ≥50 years	Smokers	MET low-moderate	Predimed low	Social class II-III
	OR (CI 95%)	OR (CI 95%)	OR (CI 95%)	OR (CI 95%)	OR (CI 95%)	OR (CI 95%)
Lipid accumulation product high	0.36 (0.28-0.46)	2.32 (1.80-2.98)	ns	1.55 (1.21-2.00)	1.40 (1.10-1.77)	4.02 (2.60-6.24)
Waist Triglyceride index high	4.34 (2.90-6.50)	ns	ns	2.52 (1.70-3.73)	ns	2.59 (1.28-5.24)
Ty G index high	3.58 (2.70-4.76)	1.93 (1.48-2.53)	1.40 (1.06-1.86)	1.85 (1.38-2.47)	1.43 (1.10-1.86)	ns
Ty G index-BMI high	2.88 (2.28-3.64)	2.44 (1.91-3.10)	ns	1.92 (1.50-2.45)	1.56 (1.24-1.96)	1.63 (1.14-2.34)
Ty G index-waist circumference high	3.18 (2.44-4.15)	3.88 (2.80-5.38)	ns	1.41 (1.08-1.86)	1.44 (1.11-1.88)	6.40 (4.42-9.26)
Cardiometabolic index high	0.50 (0.39-0.63)	1.81 (1.42-2.30)	1.30 (1.01-1.67)	1.68 (1.31-2.15)	1.34 (1.07-1.69)	1.71 (1.20-2.44)

Ty G Triglyceride Glucose index. BMI Body mass index. Ns. Non significance. MET Unit of Measurement of the IPAQ questionnaire Predimed low ≤ 8 points . MET low under 600 METS, MET moderate between 600-2999 MET.

## **Discussion**

In our study, both the mean values and the prevalence of altered values in the different scales that assess insulin resistance decreased as the level of physical activity assessed with the IPAQ questionnaire and adherence to the Mediterranean diet increased.

In the studies consulted, following our review of the literature, few address the influence of healthy habits and sociodemographic variables on the values of the scales that determine insulin resistance as we do in this study.

When it comes to assessing the effect of physical activity on insulin resistance, we find different results, although most of them consider that it has a beneficial effect. Thus, a cross-sectional study performed in 90 Brazilian patients in 2015 (20) that evaluated lipid accumulation product values and their relationship with different variables, including physical activity determined with the IPAQ questionnaire, showed that this parameter increased as the level of exercise decreased in a similar way to what we found in our work, although the mean age of the population in our study is younger. This same beneficial effect has been observed in other research such as that of Sampath Kumar (21) who in a meta-analysis of 2019 where data from 846 people included in structured physical exercise programs were analyzed, concluded that the mean insulin resistance values decreased in the group that performed exercise compared to those who did not. In the same sense we find the study by Whillier (22), although in this case it is not clear whether the positive effect on insulin resistance is due to the physical exercise itself or whether it is due to the loss of weight or visceral fat.

Amanat *et al* (23) conducted a study in 66 overweight women with metabolic syndrome in which they assessed the effect of different types of physical exercise for 12 weeks (aerobic, resistance and combined) and observed that in all three cases there was a decrease in insulin resistance when compared to the control group that did not do physical exercise. Dalmazzo *et al* (24) compared the impact of a high intensity interval training program versus a muscular resistance training program on insulin resistance in 28 Chilean adults, observing a lower insulin resistance in both cases (25). Other studies found this same beneficial effect of high-intensity interval training on insulin resistance (26-28), as well as with muscular endurance programs (29-30).

However, we also found research that did not find any improvement in insulin resistance values in people who performed physical exercise. A study by Fedewa *et al.* (31) carried out in 44 overweight people who performed moderate or vigorous physical exercise found improvements in HDL and LDL cholesterol values but not in insulin resistance values.

If we focus on the effects of the Mediterranean diet on insulin resistance, we find two studies that corroborate the beneficial effect of this type of diet as we have found. Mirabelli (32) observed that in obese people the Mediterranean diet improved insulin resistance values when compared with other types of diet. On the other hand, Papadaki (33) in a meta-analysis involving almost 37,000 people found beneficial effects of the Mediterranean diet on the different components of the metabolic syndrome, including insulin resistance.

Other studies have assessed the combined effect of physical activity and the Mediterranean diet on insulin resistance values. Sánchez-Escudero *et al* studied 60 young people aged 7 to 16 years (34) whose adherence to the Mediterranean diet and amount of physical activity were assessed using the International Sedentary Assessment Tool (ISAT) and Actigraph wGT3X+ accelerometers, revealing lower values of insulin resistance -determined with the Triglyceride Glucose index- in those who performed moderate-vigorous physical activity. These data are similar to those of our study, although here too the age of the population is different. Malakou (35) carried out a systematic review with meta-analysis in more than 1600 people and also observed this beneficial effect on insulin resistance.

A fundamental limitation of the study is the fact that, being a working population, it does not include unemployed, retired, under 18 years of age or over 67 years of age, so that the results cannot be extrapolated to the general population as they are not representative of it.

Among the strengths of this study are the large sample size, the high number of insulin resistance scales analyzed, and the fact that the assessment

of physical activity and adherence to the Mediterranean diet was performed with validated questionnaires (IPAQ and Predimed).

### Conclusions

The cardiometabolic profile, including insulin resistance, of persons with high levels of physical activity determined with the IPAQ questionnaire and of persons with high adherence to the Mediterranean diet is better than that of sedentary persons with low adherence to the Mediterranean diet.

This beneficial effect is observed separately with each of these healthy habits and a synergistic effect is also observed when both are presented together.

### References

- Mokdad AH, Bowman BA, Ford ES, Vinicor F, Marks JS, Koplan JP. The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States. *JAMA*. 2001;286(10):1195-1200.
- Facchini FS, Hua N, Abbasi F, Reaven GM. Insulin resistance as a predictor of age-related diseases. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86(8):3574-3578.
- Reaven GM. The insulin resistance syndrome: definition and dietary approaches to treatment. *Annu Rev Nutr*. 2005; 25:391-406.
- Voight BF, Scott LJ, Steinthorsdottir V, Morris AP, Dina C, Welch RP, *et al*. Twelve type 2 diabetes susceptibility loci identified through large-scale association analysis. *Nat Genet*. 2010;42(7):579-589.
- Lowell BB, Shulman GI. Mitochondrial dysfunction and type 2 diabetes. *Science*. 2005;307(5708):384-387.
- Schenk S, Saberi M, Olefsky JM. Insulin sensitivity: modulation by nutrients and inflammation. *J Clin Invest*. 2008;118(9):2992-3002.
- Vidal Pérez D, Martínez-Sanz JM, Ferriz-Valero A, Gómez-Vicente V, Ausó E. Relationship of Limb Lengths and Body Composition to Lifting in Weightlifting. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):756.
- Luengo Pérez LM, Juan Manuel Urbano Gálvez JM, Pérez Miranda M. Validación de índices antropométricos alternativos como marcadores del riesgo cardiovascular. *Endocrinol Nutr*. 2009;56(9):439-46
- American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care*. 2020;43(Suppl 1): S14-S31
- Chiang JK, Koo M. Lipid accumulation product: a simple and accurate index for predicting metabolic syndrome in Taiwanese people aged 50 and over. *BMC Cardiovasc Disord*. 2012; 12:78
- Ahn N, Baumeister SE, Amann U, Rathmann W, Peters A, Cornelia C, *et al*. Visceral adiposity index (VAI), lipid accumulation product (LAP), and product of triglycerides and glucose (TyG) to discriminate prediabetes and diabetes. *Scientific Reports* 2019; 9:9693
- Wakabayashi I, Daimon T. The "cardiometabolic index" as a new marker determined by adiposity and blood lipids for discrimination of diabetes mellitus. *Clin Chim Acta*. 2015;438:274-278.
- Yang RF, Liu XY, Lin Z, Zhang G. Correlation study on waist circumference-triglyceride (WT) index and coronary artery scores in patients with coronary heart disease. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2015;19(1):113-118
- Unger G, Benozzi SF, Peruzza F, Pennacchiotti GL. Triglycerides and glucose index: A useful indicator of insulin resistance. *Endocrinol Nutr*. 2014;61(10):533-40
- Ramírez-Vélez R, Pérez-Sousa MA, González-Ruiz K, Cano-Gutiérrez CA, Schmidt-RioValle J, Correa-Rodríguez M, *et al*. Obesity- and Lipid-Related Parameters in the Identification of Older Adults with a High Risk of Prediabetes According to the American Diabetes Association: An Analysis of the 2015 Health, Well-Being, and Aging Study. *Nutrients*. 2019; 11(11):2654.
- Zheng S, Shi S, Ren X, Han T, Li Y, Chen Y, *et al*. Triglyceride glucose-waist circumference, a novel and effective predictor of diabetes in first-degree relatives of type 2 diabetes patients: cross-sectional and prospective cohort study. *J Transl Med* 2016; 14(1):260.
- Domingo-Salvany A, Bacigalupe A, Carrasco JM, Espelt A, Ferrando J, Borrell C. Propuesta de clase social neoweberiana y neomarxista a partir de la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011. *Gac Sanit* 2013;27(3):263-272
- Miró Ò, Martín-Sánchez FJ, Jacob J, Andueza JA, Herrero P, Llorens P. Valoración del grado de adherencia a la dieta mediterránea en pacientes con insuficiencia cardiaca: Estudio DIME-EAHFE. *An Sist Sanit Navar* 2016;39(2): 261-8
- Seron P, Muñoz S, Lanás F. Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *Rev Med Chile*. 2010;138(10):1232-1239.
- Vieira BA, Sauer P, Mercadent A, Haas-Piovesant C. Association between LAP Index (lipid accumulation product) and metabolic profile in hospitalized patients. *Nutr Hosp*. 2015;31(6):2771-2774
- Sampath Kumar A, Maiya AG, Shastry BA, Vaishali K, Ravishankar N, Hazari A *et al*. Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2019;62(2):98-103.
- Whillier S. Exercise and Insulin Resistance. *Adv Exp Med Biol*. 2020; 1228:137-150.
- Amanat S, Sinaei E, Panji M, MohammadporHodki R, Bagheri-

- Hosseinabadi Z, Asadimehr H, *et al.* A Randomized Controlled Trial on the Effects of 12 Weeks of Aerobic, Resistance, and Combined Exercises Training on the Serum Levels of Nesfatin-1, Irisin-1 and HOMA-IR. *Front Physiol.* 2020;11:562895.
24. Dalmazzo V, Ponce A, Delgado-Floody P, Carrasco-Alarcón V, Martínez-Salazar C. Efectos del ejercicio físico intervalado en la mejora del control glicémico de adultos obesos con insulinoresistencia. *Nutr. Hosp* 2019; 36(3): 578-582.
  25. Madsen SM, Thorup AC, Overgaard K, Jeppesen PB. High intensity interval training improves glycaemic control and pancreatic beta cell function of type 2 diabetes patients. *PLoS One* 2015;10(8): e0133286.
  26. Robinson MM, Dasari S, Konopka AR, Johnson ML, Manjunatha S, Esponda RR, *et al.* Enhanced protein translation underlies improved metabolic and physical adaptations to different exercise training modes in young and old humans. *Cell Metab* 2017;25(3):581-592.
  27. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, *et al.* Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 2008;586(1):151-160.
  28. Zapata-Lamana R, Cigarroa I, Díaz E, Saavedra C. Reducción del riesgo cardiovascular en mujeres adultas mediante ejercicio físico de sobrecarga. *Rev Med Chile* 2015; 143:289-296.
  29. Delgado-Floody P, Caamaño-Navarrete F, Jerez-Mayorga D, Martínez-Salazar C, García-Pinillos F, Latorre-Román P. Adaptaciones al ejercicio físico en el perfil lipídico y la salud cardiovascular de obesos mórbidos. *Gac Med Mex* 2017;153(7):781-786.
  30. Pesta DH, Goncalves RL, Madiraju AK, Strasser B, Sparks LM. Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. *Nutr Metab* 2017;14 (1):24.
  31. Fedewa MV, Hathaway ED, Higgins S, Forehand RL, Schmidt MD, Evans EM. Moderate, but not vigorous, intensity exercise training reduces C-reactive protein. *Acta Cardiol.* 2018;73(3):283-290.
  32. Mirabelli M, Chiefari E, Arcidiacono B, Corigliano DM, Brunetti FS, Maggisano V, *et al.* Mediterranean Diet Nutrients to Turn the Tide against Insulin Resistance and Related Diseases. *Nutrients.* 2020;12(4):1066.
  33. Papadaki A, Nolen-Doerr E, Mantzoros CS. The Effect of the Mediterranean Diet on Metabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials in Adults. *Nutrients.* 2020;12 (11): 3342.
  34. Sánchez-Escudero V, García Lacalle C, González Vergaz A, Remedios Mateo L, Marqués Cabrero A. The triglyceride/glucose index as an insulin resistance marker in the pediatric population and its relation to eating habits and physical activity. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2021;68(5):296-303.
  35. Malakou E, Linardakis M, Armstrong MEG, Zannidi D, Foster C, Johnson L, *et al.* The Combined Effect of Promoting the Mediterranean Diet and Physical Activity on Metabolic Risk Factors in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Nutrients.* 2018;10(11):1577.

Recibido: 02/06/2021  
Aceptado: 19/11/2021

## Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola

Yazareni José Mercadante Urquía<sup>1</sup>, Ana Carolina Souza Silva<sup>2</sup>, Luciana Neri Nobre<sup>2</sup>

**Resumo: Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola. Introdução.** A Educação Alimentar e Nutricional pode favorecer a formação de hábitos alimentares saudáveis no ambiente escolar. No entanto, há escassez de materiais que auxiliem os docentes na sua inclusão de forma transversal no currículo escolar. **Objetivo.** O objetivo do presente estudo foi validar uma tecnologia educacional para auxiliar docentes a atuarem como promotores da alimentação saudável no ambiente escolar. **Materiais e métodos.** Trata-se de um estudo metodológico de validação de conteúdo e aparência de um livro de atividades para auxiliar docentes a incluírem a educação alimentar e nutricional de forma transversal no currículo escolar do Brasil. Utilizou-se o Índice de Validade de Conteúdo (IVC) e participaram 15 juízes de três especialidades: 1) juízes de conteúdo (nutricionistas); 2) juízes técnicos (pedagogos); e 3) juízes de design e marketing. Depois da primeira avaliação, foi realizado ajuste na tecnologia educacional, incorporando sugestões dos especialistas e, subsequentemente, foi avaliada pelo grupo-alvo: 35 docentes do ensino fundamental I. Finalizadas as avaliações, foram calculados o IVC, o *Suitability Assessment of Materials* e o alpha de Cronbach, para avaliar a qualidade e compreensão do material educativo, e confiabilidade dos instrumentos. **Resultados.** A proporção de concordância dos nutricionistas foi 0,99, dos pedagogos 1,0, dos especialistas em design de 84,6%, enquanto a do público alvo foi de 92,1%. Esses achados indicam que a tecnologia educacional apresenta conteúdo, estilo da escrita e aparência adequados, além de boa organização e motivação para leitura pelo grupo-alvo. **Conclusão.** Espera-se que o material validado seja um importante instrumento para inclusão da educação alimentar e nutricional no ambiente escolar. **Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 270-280.**

**Palabras clave:** educação alimentar e nutricional, tecnologia educacional, estudos de validação, professores, escolares.

**Abstract: Validation of educational technology to promote healthy eating at school. Introduction.** Food and Nutrition Education can favor the formation of healthy eating habits in the school environment. However, there is a shortage of materials that helps teachers to include it in a transversal way in the school curriculum. **Objective.** The present study aimed to validate an educational technology to assist teachers to act as promoters of healthy eating in the school environment. **Materials and methods.** This is a methodological study of content validation and appearance of an activity book to assist teachers to include food and nutrition education across the Brazilian school curriculum. The Content Validity Index (CVI) was used and 15 judges from three specialties participated: 1) content judges (nutritionists); 2) technical judges (pedagogues); and 3) design and marketing judges. After the first evaluation, an adjustment was made in the educational technology, incorporating the expert's suggestions and, subsequently, it was evaluated by the target group: 35 elementary school I teachers. After the evaluations, the CVI, the *Suitability Assessment of Materials* and the Cronbach's alpha were calculated to evaluate, used to guarantee the quality and understanding of the educational material, and the reliability of the instruments. **Results.** The proportion of agreement of nutritionists was 0.99, of the pedagogues 1.0, of the design specialists was 84.6%, while of the target audience was 92.1%. These findings indicate that educational technology has adequate content, writing style, and appearance, in addition to good organization and motivation for reading the target group. **Conclusion.** The validated material is expected to be an important tool for including food and nutrition education in the school environment. **Arch Latinoam Nutr 2021; 71(4): 270-280.**

**Keywords:** food and nutrition education, educational technology, validation studies, school teachers, schoolchildren.

### Introdução

A escola é reconhecida como um espaço propício para a formação de hábitos de vida saudáveis e emancipatórios nas crianças. Esse é um ambiente privilegiado para que práticas de educação alimentar e nutricional (EAN) sejam trabalhadas, já que tem finalidades educativas e

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Nutrição, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Autor para la correspondencia: Luciana Neri Nobre, E-mail: luciana.nobre@ufvjm.edu.br

formadoras. Ademais, é um local onde as crianças passam boa parte do dia e, nessa etapa, estão se desenvolvendo não apenas fisicamente, mas também em termos de autonomia e formando conceitos e hábitos que levarão consigo para a vida adulta (1). A escola também é um espaço onde há possibilidade de cotidianidade das ações e abertura à comunidade. Assim, por sua função pedagógica, a escola não pode se desvencilhar de sua função social e política, ou seja, de seu papel como agente transformador da sociedade e de formação de cidadãos críticos com informações que promovam melhoras na qualidade de vida (2).

O conceito atual de EAN utilizado no Brasil, foi publicado pelo extinto Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (3). Segundo essa publicação, EAN é um “campo de conhecimento e de prática contínua e permanente, transdisciplinar, intersetorial e multiprofissional que visa promover a prática autônoma e voluntária de hábitos alimentares saudáveis.” Ainda de acordo com o Marco de Referência (3), a prática da EAN deve fazer uso de abordagens e recursos educacionais problematizadores e ativos que favoreçam o diálogo junto a indivíduos e grupos populacionais, considerando todas as fases do curso da vida, etapas do sistema alimentar e as interações e significados que compõem o comportamento alimentar.

A promoção da EAN na infância pode favorecer um estilo de vida que poderá propiciar um adequado desenvolvimento cognitivo, bem como prevenir doenças crônicas não transmissíveis no decorrer da vida (4). Nesse sentido, ações que visem implementar processos educativos relativos à alimentação nessa fase podem ser bastante efetivas. No entanto, para que essas ações ocorram, torna-se importante a adoção de uma abordagem interdisciplinar que contemple as várias condicionantes dos hábitos alimentares, a saber: sociais, históricas, culturais, geográficas, econômicas, dentre outras além das biológicas.

Nesse sentido, Fazenda (5) cita que, na interdisciplinaridade as noções de finalidades, habilidades e técnicas procuram favorecer a

aprendizagem respeitando-se os saberes dos alunos e sua integração. Assim, a interdisciplinaridade possibilitará ao aluno integrar seus conhecimentos prévios com os novos adquiridos nas diferentes disciplinas, de modo a ampliá-los, apropriando-os e consolidando-os. Para tal, é importante que sejam adotadas estratégias que estimulem os discentes a se tornarem agentes e promotores da integração de saberes, contribuindo, dessa maneira, para uma formação integral emancipatória que proporcione autonomia no cuidado da própria saúde.

Assim, desde 1997, o Ministério da Educação inseriu nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) temas transversais no Ensino Fundamental I (EFI) com a proposta de trabalhá-los de forma interdisciplinar. Temas transversais não são disciplinas autônomas, mas permeiam todas as áreas do conhecimento e atuam como eixo unificador, em torno do qual se organizam as disciplinas, devendo ser trabalhados de modo coordenado e não como um assunto descontextualizado nas aulas (6,7).

No ano de 2018, foi aprovada no Brasil uma Lei (8) que torna a EAN tema transversal no currículo escolar. Essa lei coaduna com outras políticas nacionais que coloca escola como espaço para estímulo à alimentação saudável (9,10) e redução da obesidade infantil (7,8). No entanto, para cumprir essas diretrizes são necessários instrumentos educacionais de apoio ao docente que possibilitem a abordagem da EAN em suas múltiplas dimensões, assim como desenvolvimento de cursos de formação docente sobre o tema.

Pesquisas que avaliaram atividades com intenção de EAN em escolas (11,12) e em livros didáticos (11), identificaram que esse tema não tem sido bem explorado nos livros didáticos do EFI (11,12). Ademais, docentes que lecionam no EFI relatam baixo conhecimento nessa temática (11-13). Para Pipitone *et al.* (14), ações de EAN que propiciem nos alunos reflexões e internalização de conceitos com vista à incorporação de atitudes frente às suas escolhas alimentares ainda se fazem pouco presentes no ambiente escolar.

Nesse contexto, a atuação do professor é fundamental, ou seja, se há obrigatoriedade do trabalho desse tema no currículo escolar, o professor precisa estar preparado para tal. De acordo com Davanço *et al.* (15), o professor é o membro central da equipe de saúde escolar, pois, além de ter maior contato com os alunos, está envolvido na realidade social dos mesmos. Assim, para que a EAN seja inserida no

ambiente escolar, é necessário que sejam disponibilizadas aos professores tecnologias educacionais (TE) que os auxiliem nessa tarefa.

Destaca-se que TE, segundo Candau (16), são estratégias para inovar a educação, que estão em pauta desde 1970, tendo como definição “meio nascido da revolução da comunicação que pode ser usado para fins instrucionais junto ao professor, como, por exemplo, o livro-texto e o quadro-negro”. Nesse sentido, ao elaborar uma TE, é necessária sua validação, o que poderá aumentar a sua probabilidade de realmente vir a ser utilizada pelo público ao qual se destina. Deve-se considerar também no processo de elaboração da TE, a realidade sociocultural do meio em que será utilizada. Reforçando esse aspecto, Liévano-Fiesco *et al.* (17) citam que, antes do uso de TE, essas precisam ser validadas, e que seu uso sem validação dificulta determinar o alcance dos objetivos educacionais estabelecidos.

Considerando esses aspectos, Paulo Freire (18) cita que na prática emancipatória da educação, os conteúdos não são impostos às pessoas, ao contrário, esses nascem delas mesmas, num diálogo entre educadores e educandos. Assim, é importante que mesmo utilizando recursos educacionais adequados e validados para atividades de EAN na escola, o diálogo com os alunos deve ser parte integrante dessas atividades, o docente deve dialogar com seus alunos e incluir EAN em temas que sejam do interesse deles e que os estimule a participarem e construir o conhecimento sobre o tema e a desenvolverem visão crítica e emancipatória em suas escolhas alimentares.

Em função dos aspectos discutidos acima, o objetivo desta pesquisa foi validar uma tecnologia educacional para auxiliar docentes a atuarem como promotores da alimentação saudável no ambiente escolar, incluindo a EAN no processo de ensino-aprendizagem no EFI.

### **Material e métodos**

Trata-se de um estudo de validação de tecnologia educacional, elaborado para promoção da alimentação saudável no ambiente escolar. Este tipo de pesquisa é denominado de estudo metodológico, o qual, segundo Polit *et al.* (19), é aquele que investiga, organiza e analisa dados para construir, validar e avaliar instrumentos e técnicas de pesquisa, centrada

no desenvolvimento de ferramentas específicas com vistas a melhorar a confiabilidade e validade desses instrumentos.

Na construção e validação da TE, seguiram-se os passos propostos por Echer (20) para elaboração e qualificação de material educativo, o processo de construção da TE, realizado prévio à sua validação, será descrito em outro estudo. A TE consiste em um livro de atividades no qual foi incluída EAN de forma transversal nas unidades temáticas trabalhadas nas disciplinas Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História, Geografia e Arte. As unidades temáticas são definidas na Base Nacional Comum Curricular, documento de caráter normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais a serem trabalhadas nas escolas brasileiras públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, para garantir os direitos de aprendizagem e desenvolvimento de todos os escolares (21).

Na validação da TE, foram avaliados o conteúdo, a aparência e adequabilidade por parte de juízes especialistas, a saber: nutricionistas com experiência em EAN, pedagogos com experiência no EFI e profissionais de design gráfico. Posteriormente, a tecnologia educacional foi também avaliada quanto à sua organização, estilo da escrita, aparência e motivação para leitura pelo grupo-alvo (docentes que lecionam no EFI). Um fluxograma descritivo das etapas e ações desenvolvidas pode ser observado na Figura 1.

#### *Seleção dos juízes avaliadores e etapas do processo de validação*

A constituição da amostra de juízes de conteúdo e técnicos especialistas em EAN e Pedagogia, bem como de avaliadores do público alvo (docentes do EFI), foi realizada baseada na recomendação de Pasquali (22), que orienta um quantitativo de seis a vinte especialistas para processo de validação, e dos especialistas em design e marketing foi adotada a recomendação de Haynes *et al.* (23), de um mínimo de três avaliadores. Os avaliadores de design e marketing o público alvo foram selecionados por

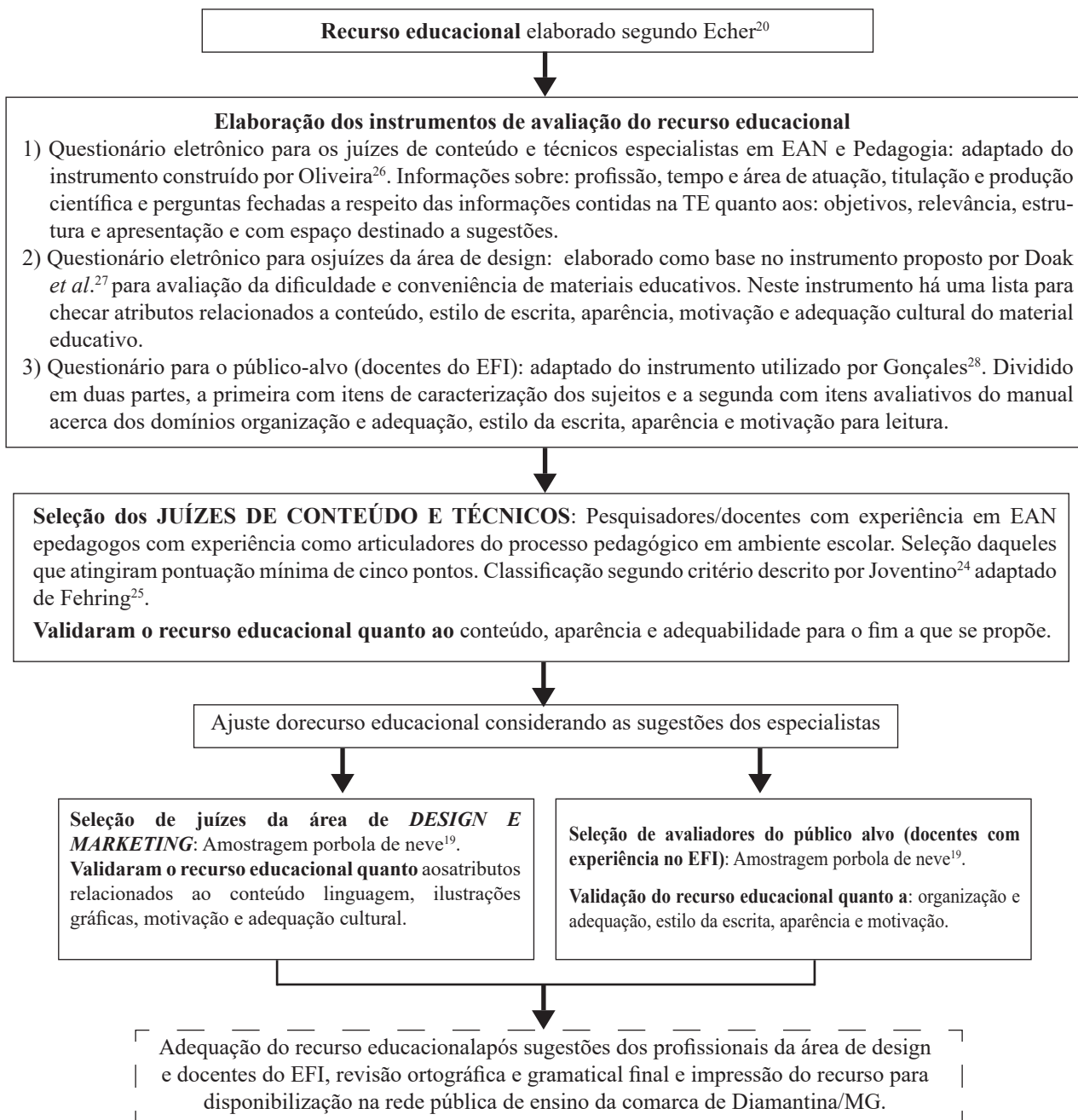


Figura 1. Fluxograma da validação da tecnologia educacional

Fonte: Elaboração própria, 2019.

amostragem por bola de neve, na qual um sujeito que se encaixasse nos critérios para participação do estudo indicou outros participantes (19).

Para a seleção dos especialistas em EAN e Pedagogia, se estabeleceram critérios de inclusão

para validação de conteúdo de acordo com o sistema descrito por Joventino (24) e adaptado de Fehring (25). Assim, fez-se necessário que os juízes fossem experts na área de interesse para serem capazes de avaliar adequadamente a relevância de conteúdo apresentada nos itens submetidos à análise. Seguindo esse critério, foram selecionados aqueles

profissionais que atingiram pontuação mínima de cinco pontos, a partir de diferentes itens, a saber: para juízes especialistas em nutrição os itens avaliados foram ter experiência prática em EAN, ou seja: ser docente da disciplina EAN, ter atuação prática com EAN, autoria de pelo menos um trabalho publicado em revistas científicas ou em capítulo/livro, participação de grupos/projetos de pesquisa, participação de bancas de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), dissertação, tese ou de especialização nas áreas de EAN e/ou TE em saúde, serem autores de tese, dissertação ou ter especialização ou TCC nas áreas mencionadas, e ter orientado tese, dissertações ou TCC nessas áreas.

No caso dos juízes especialistas em Pedagogia, os itens para a pontuação dos critérios de inclusão foram: ter pelo menos dois anos como pedagogo no EFI, ter especialização, experiência docente, participação de eventos, cursos e/ou outras atividades de formação e apresentação de trabalhos nas áreas. O terceiro grupo de avaliadores, constituído pelos especialistas em design e marketing, respondeu aos seguintes itens para os critérios de inclusão: trabalhar há pelo menos um ano como design gráfico, ter especialização, participação de eventos ou de cursos/atividades de formação nas áreas de interesse (tecnologias educativas e elaboração de material educativo), e ter experiência em elaboração de material educativo direcionado ao público docente e/ou infantil.

Aqueles que preencheram os critérios de inclusão foram convidados via e-mail, a participarem do estudo. Assim, a amostra de juízes foi constituída de nutricionistas com experiência em EAN, pedagogos com experiência como articulador do processo pedagógico em ambiente escolar e por profissionais de design gráfico com experiência em avaliar material educativo. O design avaliou a adequabilidade da TE no que se refere à sua estética, elementos textuais e não-textuais de comunicação e facilidade de uso.

Após anuência para participar da pesquisa, foi encaminhada a versão inicial do referido recurso em formato PDF, e um questionário eletrônico de avaliação. Os questionários eletrônicos de

avaliação do recurso educacional, descritos na Figura 1, foram enviados aos respectivos juízes e ao público alvo. Foi concedido a todos os juízes um prazo de um mês para avaliação da TE e para aqueles juízes que não avaliaram no período estabelecido, foi realizado novo contato, esclarecida alguma dúvida e enfatizada a importância da participação dos mesmos na pesquisa.

Para os que solicitaram, foram concedidos mais 15 dias para o retorno do formulário de avaliação preenchido. Os juízes que não responderam no prazo estabelecido foram excluídos da pesquisa e substituídos por outros avaliadores que atingiam os critérios de inclusão.

Vale destacar que neste tipo de pesquisa não cabe análise ética, tendo como respaldo a Resolução n. 510 de 07 de abril de 2016 do Comitê de Ética da Universidade vinculada à pesquisa.

Uma primeira avaliação de conteúdo, aparência e adequação foi realizada por nutricionistas especialistas da EAN e pedagogos ativos, o que levou a ajustes. O material ajustado foi validado em termos de: conteúdo, linguagem, ilustrações gráficas, adaptação cultural, organização e adaptação ao nível escolar, estilo da escrita, aparência e motivação; por especialistas em design e público-alvo (docentes do EFI). Foram incluídos como avaliadores do público alvo todos aqueles docentes que tiveram uma experiência mínima de dois anos lecionando no EFI. Após essa etapa, foram consideradas as sugestões dos dois últimos grupos de avaliadores, fazendo uma última adequação da tecnologia educacional, cujas observações levaram à versão final da tecnologia educacional.

Finalizada a validação, o recurso educacional passou por revisão gramatical, diagramação e impressão para, posteriormente, ser disponibilizado aos docentes que lecionam em escolas públicas da comarca de Diamantina/MG, a fim de ser utilizado no planejamento das aulas do EFI, com vistas à incorporação, de forma interdisciplinar, do tema EAN no currículo desse nível de ensino.

#### *Análise e interpretação de dados*

Para validação do recurso educacional pelos juízes com experiência em EAN e Pedagogia, os itens e os instrumentos como um todo devem apresentar Índice de Validade do Conteúdo (IVC) maior ou igual a 0,78 (29). O IVC mede a proporção dos juízes em concordância sobre determinado aspecto do instrumento. Esse método utiliza uma escala

Likert com pontuações de um a quatro, sendo: 1-Inadequado, 2- Parcialmente adequado, 3- Adequado, 4- Totalmente adequado, NA- Não se aplica. O índice é calculado por meio do somatório de concordância dos itens que foram marcados como “3” ou “4” pelos especialistas, dividido pelo total de respostas (29). Para validação pelos juízes de design, foi calculada a porcentagem de escores obtidos no instrumento denominado *Suitability Assessment of Materials* (SAM) (27). Este cálculo é realizado por meio do somatório total dos escores, dividido pelo total de itens do questionário. Considera-se que o recurso educacional está adequado quando este apresentar valor de concordância igual ou superior a 40% em relação ao total de escores dos itens referentes à adequação do material. E, na análise dos dados julgados pelo público-alvo (docentes que lecionam no EFI), foram considerados validados os itens com nível de concordância mínimo de 75% nas respostas positivas, conforme estabelecido em outros estudos com metodologias semelhantes para validação de materiais educacionais na área da saúde (30,31). Os itens com índice de concordância menor que 75% serão considerados dignos de alteração. A confiabilidade dos instrumentos foi analisada mediante o alpha de Cronbach, apresentado em forma de escala variada de 0 a 1, sendo aceitos os valores acima de 0,8 (32).

O programa estatístico Excel – Microsoft Office 2016 foi utilizado para tabulação e cálculo do IVC, SAM e nível de concordância mínimo, e o software IBM SPSS, versão 21, para o cálculo de do alpha de Cronbach.

## Resultados

Um total de 20 juízes especialistas foram convidados para participar do estudo. Desses, 15 responderam positivamente ao convite e cinco recusaram ou não deram resposta. Dos que aceitaram avaliar, três não enviaram o formulário de avaliação. Assim, 12 avaliadores constituíram a amostra final de juízes com experiência em EAN e Pedagogia; sendo esses: seis nutricionistas com experiência em EAN e seis pedagogos que atuam como articuladores do processo pedagógico em ambiente escolar.

Os especialistas em EAN têm uma média de 25,2 anos de formação em Nutrição; 66,7% (n=4) lecionam a disciplina EAN em nível universitário há 9 anos aproximadamente. Grande parte (66,7%, n=4) são doutores e os demais mestres (n=2, 33,3%). A maioria desses especialistas (83,3%, n=5)

têm publicações envolvendo a EAN, e todos têm alguma atuação prática nessa área. Ademais, a maioria (66,7%, n=4) tem orientado teses, dissertações ou monografias na área de EAN, e todos têm participado de bancas avaliadoras desse tipo de trabalhos atendendo aos critérios de inclusão estabelecidos.

No caso dos especialistas em pedagogia, a média de tempo de formação foi 18,7 anos e de tempo trabalhando no EFI de 12,2 anos. Metade (50%, n=3) tem título de mestre e a outra metade de especialização. A maioria (83,3%, n=5) tem participação de congressos, palestras e outros eventos que envolveram as temáticas EAN e tecnologias educativas, e 33,3% (n=2) apresentaram trabalhos em eventos nessas áreas. Todos tiveram participação em cursos ou atividades de formação em pelo menos uma dessas áreas, atingindo também os critérios de inclusão pré-estabelecidos.

A validação dos juízes especialistas em EAN e Pedagogia indica que esses profissionais avaliaram o recurso educacional de forma positiva, uma vez que: os especialistas em EAN apresentaram um IVC elevado de 0,99, com uma alta confiabilidade das respostas (alpha de Cronbach = 0,860) e os Pedagogos apresentaram um IVC de 1, também com alta confiabilidade das respostas (alpha de Cronbach = 0,892). Apesar disso, esses especialistas sugeriram alguns ajustes que estão apresentados no Quadro 1. Nessa etapa, a equipe de pesquisadores ajustou o recurso educacional considerando as sugestões dos avaliadores.

Na validação do recurso educacional por especialistas da área de design, três profissionais foram convidados e todos aceitaram participar do estudo. Esses avaliadores têm uma média de tempo de formação e de trabalho na área de 15,7 anos, todos têm experiência na elaboração de materiais educativos direcionados ao público infantil, e 66,7% (n=2) participaram de eventos que envolvem as áreas de tecnologias educativas ou elaboração de material educativo, e de algum curso/atividade de formação nessas áreas. Todos eles responderam o formulário de avaliação eletrônico, totalizando um nível médio de concordância de 84,6% no

SAM, valor superior ao ponto de corte estabelecido de 40% de respostas adequadas em relação ao total de escores, bem como uma alta confiabilidade das respostas (alpha de Cronbach = 0,976). Entretanto, esses especialistas também fizeram sugestões que foram analisadas e consideradas na segunda adequação do material educativo, apresentadas no Quadro 1.

Cabe destacar, que devido à dificuldade de formar uma amostra de docentes com experiência em docência em todos os anos do EFI para avaliar a TE, optou-se por convidar docentes para avaliar a TE naquele ano que ele tem experiência docente. Assim, para o público-alvo, 43 docentes que lecionam ou lecionaram no Ensino Fundamental I foram convidados a avaliarem a TE. Desses, 8 recusaram participar e/ou não deram retorno. A amostra final foi constituída de

35 avaliações, sendo estas formadas por seis avaliações do livro do 1º ano; sete do 2º ano; oito do 3º ano; sete do 4º ano e, sete do 5º ano.

Esses avaliadores têm uma média de tempo de formação de 16,8 anos, e de trabalho no EFI de 16,5 anos. A maioria é pós-graduada (n=19, 46,3%). Para esse grupo, como citado acima, a porcentagem de concordância mínima esperada entre os avaliadores é de 75%, e o nível médio de concordância obtido foi de 92,1%, atingindo o ponto de corte estabelecido para o público alvo. As principais sugestões feitas pelo público alvo estão apresentadas no Quadro 1 e as mesmas também foram consideradas para a segunda adequação da TE.

Quadro 1. Síntese das principais sugestões dos especialistas em cada área e do público-alvo

Avaliadores e Sugestões
<p style="text-align: center;">Nutricionistas com experiência de EAN</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1-Incluir alguns termos como “povos indígenas” e “povos africanos” para destacar a diversidade destas culturas.</li><li>2-Incluir internet/computador/celular entre os meios de comunicação mais comuns atualmente.</li><li>3-Exemplificar com eventos recentes e geograficamente próximos alguns tópicos das atividades.</li><li>4-Mudar o termo “produção tradicional de alimentos” por “produção convencional”.</li></ol>
<p style="text-align: center;">Pedagogos com experiência como articulador do processo pedagógico em ambiente escolar</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1-Inclusão de mais imagens, para tornar o texto mais atraente.</li><li>2-Diminuir o nível de complexidade de algumas atividades abordadas nos primeiros anos.</li><li>3-Orientar algumas atividades educativas à produção de materiais com informações que possam ser divulgadas no ambiente escolar.</li><li>4-Mudar alguns conteúdos de ano, que geralmente são trabalhados em anos superiores. Ex.: a porcentagem geralmente é apresentada até o 5º ano nas escolas públicas.</li><li>5-Não deixar o conteúdo muito explícito. Ex.: apresentar de uma forma mais simples porcentagens e questões de matemáticas, desenhando ou analisando gráficos.</li></ol>
<p style="text-align: center;">Especialistas da área de Design, Marketing e Publicidade</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1-Incluir lateralmente os direitos da imagem, para não deixar no final da TE.</li><li>2-Ajustar melhor as frutas da capa.</li><li>3-Padronizar os espaços na separação entre os bimestres.</li><li>4-Inverter, no 2º ano, os temas Geografia e História, para manter o padrão dos outros anos.</li><li>5-Empregar a técnica de ícones nas ilustrações e infográficos para facilitar o entendimento.</li><li>6-Incluir emojis para favorecer comunicação mais moderna com representatividade e expressão de sentimentos.</li></ol>
<p style="text-align: center;">Docentes que lecionam no Ensino Fundamental I (público-alvo)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1-Diminuir a extensão de alguns textos complementares das atividades.</li><li>2-Corrigir alguns erros de digitação e redação.</li><li>3-Exclusão do método da regra de 3 para o cálculo de porcentagens e conversão de unidades de medida pela sua complexidade.</li><li>4-Aumentar a quantidade de imagens.</li></ol>

Fonte: Elaboração própria, 2019.

## Discussão

Os resultados obtidos da avaliação dos especialistas com experiência em EAN e Pedagogia permitem afirmar que a TE validada nesta pesquisa é um material adequado e de qualidade para trabalhar a EAN, de forma transversal no EFI, devido ao seu elevado IVC. A adequação da TE também foi confirmada pelos profissionais com experiência em design, uma vez que o nível de concordância encontrado nos itens avaliados no SAM(27) ultrapassou 44,6% do ponto de corte de referência e 17,1% o ponto de referência estabelecido para o público alvo (docentes do EFI) do nível médio de concordância com os itens avaliados na TE.

Esta pesquisa atende ao recomendado por Lobiondo-Wood e Haber (33), os quais citam que antes do uso de um material educativo deve-se realizar a validação de seu conteúdo e aparência, de modo a torná-lo confiável e válido para o fim a que se destina. Ademais, segundo esses autores, à medida que a validade e confiabilidade dos instrumentos são demonstradas, atesta-se sua qualidade, afasta-se a possibilidade de erros aleatórios e aumenta-se a credibilidade de sua utilização na prática.

É importante ressaltar que até o momento não foi identificada publicação sobre construção e validação de material educativo dirigido a docentes para inclusão da EAN de forma transversal no currículo escolar do EFI. Assim, este é o primeiro estudo de validação de tecnologia educacional para uso docente elaborado no Brasil para favorecer a promoção da alimentação saudável no ambiente escolar. Devido a isso, torna-se difícil comparar nossos resultados com outros estudos. Apesar disso, os resultados serão comparados com estudos de validação de materiais educativos, mas de promoção da alimentação saudável direcionados a outros grupos-alvos.

Alguns estudos de validação de materiais educativos (34,38) elaborados para uso no Brasil ou no exterior que tiveram como objetivo desenvolver materiais para promoção da alimentação saudável também utilizaram o índice de validade de conteúdo como método para validação. No entanto, esses recursos educacionais não foram elaborados para uso docente.

Jaime *et al.* (34) validaram protocolo de oficina de educação permanente para implementação do Guia Alimentar para a População Brasileira, no âmbito da atenção primária à saúde. Oliveira (35) validou cartilha para estimular alimentação saudável na gravidez. Olivares *et al.* (36) validaram guias alimentares para a população chilena. Campo *et al.* (37) desenvolveram e validaram folheto sobre alimentação saudável para uso no ensino fundamental na Argentina, Vasconcelos *et al.* (38) validaram uma tecnologia educacional sobre alimentação saudável para escolares e, Moura *et al.* (39) construíram e validaram uma tecnologia educacional para prevenção da síndrome metabólica em adolescentes.

Quando comparado o IVC deste estudo com os supracitados, pode-se considerar que a TE elaborada nesta pesquisa está igualmente adequada para o propósito que foi elaborada e com valores de IVC superiores aos identificados nesses estudos.

Outros estudos que citam validação de instrumento para educação nutricional(17,40) não utilizaram metodologia de validação de conteúdo como a desta pesquisa e de outras apresentadas aqui. Os pesquisadores citam, no entanto, uso de questionários para avaliar o alcance dos objetivos de aprendizagem, e a observação direta do desenvolvimento das atividades educacionais lúdicas elaboradas.

Sobre as sugestões dos juízes relativas à TE validada neste estudo (Quadro 1), observa-se que essas foram relativamente simples e quase todas foram consideradas no ajuste final da TE após sua validação. Uma não foi acatada porque o juiz sugeriu aumento do número de atividades sobre nutrientes. Os autores não atenderam a essa sugestão porque a TE foi elaborada com a intenção de abordar da forma mais equilibrada todas as dimensões da EAN, na tentativa de proporcionar aos professores do EFI um material com uma abordagem interdisciplinar considerando o alimento e a alimentação além de seus aspectos biológicos, o que alguns estudos descrevem como uma das limitações da aplicação da EAN nas escolas (41).

Camozzi *et al.* (41), identificaram em seu estudo que a percepção de diretores, coordenadores, professores, manipuladores de alimentos e representantes do conselho escolar e que as ações de EAN na escola têm “uma visão biologicista da alimentação saudável e uma compreensão assistencialista da alimentação escolar”. Segundo esses autores, essa é ainda uma visão comum no meio acadêmico e citam ainda que as atividades de promoção da alimentação

saudável desenvolvidas nas escolas alvo do seu estudo, abordaram esse tema como um conteúdo e não de forma transversal e interdisciplinar no currículo escolar como é o recomendado.

Zompero *et al.* (42), citam que muitas atividades educativas desenvolvidas no ambiente escolar são concebidas como formas de transmissão/recepção de conhecimentos e não de construção desses com base na autonomia. Esses autores recomendam que em ações educativas desenvolvidas em ambiente escolar sejam utilizadas atividades investigativas como metodologia de ensino alternativa ao modelo tradicional. Segundo os autores, essas metodologias contribuem não apenas para a aprendizagem de conceitos pelos estudantes, mas também para o desenvolvimento de procedimentos referentes à resolução de problemas, elaboração de hipóteses, comunicação de resultados, competências que poucas vezes se desenvolvem adequadamente no ensino tradicional.

Os autores (42), citam ainda, que essas ações devem ter como precípua o empoderamento dos discentes a fim de torná-los mais críticos e capazes de tomarem decisões e consolidarem estilos de vida mais saudáveis, já que, apesar da pouca idade, as crianças em idade escolar têm capacidade de aprendizado muito elevada.

Uma limitação do presente estudo refere-se ao fato de que cada docente do grupo-alvo não avaliou a TE na íntegra, ou seja, os cinco anos letivos, mas apenas o ano no qual tinha experiência docente. Isso se deveu, além das questões relatadas anteriormente, ao fato da TE ser muito extensa e os docentes relataram elevada demanda de trabalho e pouco tempo disponível para análise de um material com essa característica. Esse fator pode ter dificultado a análise quanto ao grau de aprofundamento de EAN em cada ano escolar. Apesar disso, os demais juízes avaliaram o material completo, assim, acredita-se que, especialmente os pedagogos, tenham se atentado a essa questão.

A TE validada neste estudo vem ao encontro das políticas públicas brasileiras para o ambiente escolar, uma vez que considera a escola espaço para promoção da alimentação saudável. Por ter sido elaborada seguindo os pressupostos metodológicos de Paulo Freire(18), em todas as atividades há orientação para o docente trabalhar EAN de forma a promover o conhecimento, estimular a autonomia dos educandos para que esses façam suas escolhas alimentares por meio do

desenvolvimento da reflexão e formação de um pensamento crítico.

Uma cópia impressa da tecnologia educacional foi doada para todos os professores e supervisores que atuam no Ensino Fundamental I das escolas públicas dos municípios que conformam a Comarca de Diamantina/MG. O Programa Estadual de Proteção e Defesa do Consumidor de Minas Gerais (Procon-MG) foi responsável pela custos com a impressão do livro. Ademais o livro no formato de e-book está sendo disponibilizado para cursistas de um curso online de EAN no ambiente escolar e no sítio do Programa de Pós-graduação em Ciências da Nutrição/UFVJM (<http://site.ufvjm.edu.br/ppgcn/>) e do Conselho Regional de Nutricionistas da 9ª Região – Minas Gerais ([encurtador.com.br/hkvS3ais](http://encurtador.com.br/hkvS3ais)).

## Conclusões

A validação de recursos educacionais antes de seu uso permite que esses sejam mais confiáveis e cumpram seus objetivos. Nesse sentido, considera-se que o objetivo do presente estudo foi alcançado, uma vez que o “Livro de atividades para promoção da alimentação saudável na escola” foi validado quanto ao conteúdo, aparência, adequabilidade, organização, estilo da escrita e motivação para leitura pelo grupo-alvo; características que o tornam uma tecnologia educacional de fácil entendimento para uso docente. Assim, espera-se que seu uso nas escolas facilite a promoção da alimentação saudável no ambiente escolar e auxilie ainda na redução do excesso de peso no grupo infanto-juvenil.

## Referências




1. Costa LP, Grace L, Serafim N, Bezerra MS. A escola como locus privilegiado para ações de educação alimentar e nutricional: um relato de experiências com pré-escolares. *Rev Bras Educ e Saúde*. 2019;9(2):60–66.
2. Albuquerque A, Pontes CM, Osório MM. Conhecimentos de educadores e nutricionistas sobre a educação alimentar e nutricional no ambiente escolar. *Rev Nutr*. 2013;26(3):291–300.

3. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Marco de Referência de Educação Alimentar e Nutricional para as políticas públicas. Brasília; 2012.
4. Pereira TR, Moreira B, Nunes RM. A importância da educação alimentar e nutricional para alunos de séries iniciais. *Lynx*. 2020;1(1).
5. Fazenda ICA. Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: Visões culturais e epistemológicas. In: O que é Interdisciplinaridade? São Paulo; 2008. p. 17–28.
6. Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: apresentação dos temas transversais, ética [Internet]. MEC/SEF, editor. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental; 1997. 146 p.
7. Brasil. Decreto nº 6.286, de 5 de dezembro de 2007 - Institui o Programa Saúde na Escola (PSE), e dá outras providências.
8. Brasil. Ministério da Educação. Lei nº 13.666/2018. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para incluir o tema transversal da educação alimentar e nutricional no currículo escolar. Brasília, 2018.
9. Brasil. Portaria Interministerial nº 1010, de 8 de maio de 2006. Institui as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas Escolas de educação infantil, fundamental e nível médio das redes públicas e privadas, em âmbito nacional. Acesso em: 16 nov. 2020;18.10.
10. Brasil. Ministério da Educação Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. Brasília, 2013b.
11. Nobre LN, Oliveira RC, Gonçalves AP, Silva MFG, Silva ACS, Murta NMG, Murta AMG, Machado VC, Silva PP, Aranha EMG. Are textbooks tools for food and nutrition education? *Rev Assoc Bras Nutr*, 2018, 9(2):43-51.
12. Mota MB, Teixeira FM. Educação alimentar na escola por uma abordagem integradora nas aulas de ciências. *Inter-Ação*, 2012; 37(2):359-379.
13. Teixeira TC, Sigulem DM, Correia IC. Avaliação dos conteúdos relacionados à nutrição contidos nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *Rev. Paulista de Pediatria*. 2011; 29(4): 560-566.
14. Pipitone MAP, Da Silva MV, Sturion GL, Caroba DCR. A educação nutricional no programa de ciências para o ensino fundamental. *Saúde Rev Piracicaba*. 2003;5(9):29–38.
15. Davanço GM, Taddei J, Gaglianone CP. Conhecimentos, atitudes e práticas de professores de ciclo básico, expostos e não expostos a Curso de Educação Nutricional. *Rev Nutr*. 2004;17(2):177–184.
16. Candau VMF. Tecnologia Educacional: concepções e desafios. *Cad Pesq*.1979; 28:61-66.
17. Liévano-Fiesco M, García-Londoño G, Leclercq-Barriga M, Liévano-De Lombo G, Solano-Salazar K. Validación del material lúdico de la estrategia educativa basada en juegos para la promoción de estilos de vida saludable en niños de cuatro a cinco años de edad. *Univ Sci*. 2009;14(1):79–85.
18. Freire P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 30. ed. São Paulo: Paz e Terra; 2004.
19. Polit DF, Beck CT, Hungler BP, Thorell A. *Fundamentos de pesquisa em enfermagem: avaliação de evidências para as práticas da enfermagem*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed; 2011. 669 p.
20. Echer IC. Elaboração de manuais de orientação para o cuidado em saúde. *Rev Latino-Am Enferm*. 2005;13(5):754–757.
21. Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. 2018 p. 595.
22. Pasquali L. *Psicometria: teoria e aplicações*. Brasília: Editora UnB; 1997. 161–200 p.
23. Haynes SN, Richard DCS, Kubany ES. Content validity in psychological assessment: A functional approach to concepts and methods. *Psychol Assess*. 1995;7(3):238–247.
24. Joventino ES. Construção de uma escala psicométrica para mensurar a auto eficácia materna na prevenção da diarreia infantil [Internet]. Universidade Federal do Ceará; 2010.
25. Fehring RJ. Classification of nursing diagnoses, proceedings of the tenth conference. In: Carrol-Johnson RM, Paquette M (Eds). Philadelphia: J. B. Lippincott/North American Nursing Diagnosis Association; 1994. p. 55–62.
26. Oliveira MS. Autocuidado da mulher na reabilitação da mastectomia: estudo de validação de aparência e conteúdo de uma tecnologia educativa. Universidade Federal do Ceará; 2006.
27. Doak CC, Doak LG, Root JH. *Teaching Patients with Low Literacy Skills*. J. B. Lippincott, editor. Philadelphia; 1996.
28. Gonçalves MB. Teste de Papanicolaou: construção e validação de material educativo para usuárias de serviços de saúde. Escola Paulista de Medicina, Programa de Pós-graduação em Enfermagem, Universidade Federal de São Paulo; 2007.
29. Alexandre NMC, Coluci MZO. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Cien Saude Colet*. 2011;16(7):3061–3068.
30. Galdino YLS, Moreira TMM, Marques ADB, Silva FAA da. Validação de cartilha sobre autocuidado com pés de pessoas com Diabetes Mellitus. *Rev Bras Enferm*. 2019;72(3):817–824.
31. Lima ACMACC, Bezerra K de C, Sousa DM do N, Rocha J de F, Oriá MOB. Construção e Validação de cartilha para prevenção da transmissão vertical do HIV. *Acta Paul Enferm*. 2017;30(2):181–189.
32. Fiel A. *Descobrimos a estatística usando o SPSS*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2009. 688 p.
33. Lobiondo-Wood G, Haber J. *Pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação crítica e utilização*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.
34. Jaime PC, Tramontt CR, Maia TDM, Gabe KT, Reis LC. Content validity of an educational workshop based on the Dietary Guidelines for the Brazilian Population. *Rev Nutr*. 2018;31(6):593–602.

35. Oliveira SC, Lopes MVDO, Fernandes AFC. Construção e validação de cartilha educativa para alimentação saudável durante a gravidez. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2014;22(4):611–620.
36. Olivares S, Zacarías I, González C, Villalobos E. Proceso de formulación y validación de las guías alimentarias para la población chilena. *Rev Chil Nutr*. 2013, 40(3):262–268.
37. Campo MLD, Messler VM. Educación alimentaria-nutricional (EAN) en la enseñanza primaria municipal de Córdoba. Una experiencia en investigación-acción participativa (IAP). Año 2008. *DIAETA [Internet]*. 2010; 28(132):15–22.
38. Vasconcelos CMR de, Vasconcelos EMR de, Vasconcelos MGL de, Azevedo SB de, Raposo MCF, Vasconcelos ALR de. Validación de una tecnología educacional sobre alimentación saludable para escolares. *Rev. Nutr*. 2018;31(5):479-488.
39. Moura IH, Silva AFR, Rocha A do ES de H, Lima LH de O, Moreira TMM, Silva ARV. Construção e validação de material educativo para prevenção de síndrome metabólica em adolescentes. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2017;25(e2934):1–8.
40. Maia ER, Lima JFF, Pereira JDS, Eloi ADC, Gomes CDC, Nobre MMF. Validação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem na promoção da saúde alimentar infantil. *Rev Nutr*. 2012; 25(1):79–88.
41. Camozzi ABQ, Monego ET, Menezes IHCF, Silva PO. Promoção da Alimentação Saudável na Escola: realidade ou utopia? *Cad Saúde Coletiva*. 2015;23(1):32–37.
42. Zompero ADF, Figueiredo HRS, Garbim TH. Atividades de investigação e a transferência de significados sobre o tema educação alimentar no ensino fundamental. *Ciência Educ Bauru*. 2017;23(3):659–676.

Recibido: 28/04/2021  
Aceptado: 29/10/2021

## Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia

José Antonio Roldan Amaro<sup>1</sup>,  Marsela Alejandra Álvarez Izazaga<sup>1</sup>,  Nazira Calleja<sup>2</sup>,   
Eric Uriel Ramírez Sánchez<sup>2</sup>,  María del Refugio Carrasco Quintero<sup>1</sup>,   
José Ángel Ledesma Solano<sup>1</sup>,  Adolfo Chávez Villasana.<sup>1</sup> 

**Resumen: Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia. Objetivo.** Conocer la asociación específica de las enfermedades metabólicas en la mortalidad por COVID-19, ocurrida en México durante el año crítico de la pandemia de marzo 2020 a marzo 2021. **Método.** Se utilizó la base nacional de COVID-19 de la Dirección General de Epidemiología. Se analizaron los casos positivos que presentaron las enfermedades metabólicas: cardiovasculares, hipertensión, diabetes y obesidad. Se realizó un análisis descriptivo para conocer la distribución de los casos fallecidos y no fallecidos. Se empleó la prueba de ji cuadrada para la diferencia de las proporciones. Se utilizaron análisis de regresión logística para conocer la asociación entre las enfermedades metabólicas y la mortalidad por COVID-19 en personas positivas al virus SARS-CoV-2. Los datos fueron ajustados por edad y sexo. **Resultados.** Se observó la asociación de las enfermedades metabólicas en la mortalidad. La diabetes tuvo mayor porcentaje de letalidad 18,4%. Cuando se conjuntaron las enfermedades cardiovasculares y diabetes el porcentaje de letalidad subió a 31,5%; la conjunción de las enfermedades cardiovasculares, con hipertensión y diabetes fue la de mayor porcentaje de letalidad 38,7%. La obesidad fue la que tuvo menor incidencia. **Conclusiones.** Las enfermedades metabólicas en México son un problema de salud pública que afectó la mortalidad por covid-19. Es prioritario atender con políticas públicas preventivas y efectivas en favor de un modelo de consumo alimentario sano, acorde con las necesidades nutrimentales de la población. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 281-289.

**Palabras clave:** enfermedades metabólicas, COVID-19, mortalidad, México.

**Abstract: COVID-19 mortality in Mexico and metabolic diseases during a critical pandemic year. Objective.** To know the specific association of metabolic disease on COVID-19 mortality, occurred during the critical year of the pandemic, from march 2020 to march 2021. **Method.** The Covid-19 national base of the General Directorate of Epidemiology was used. Positive cases of metabolic diseases were analyzed: cardiovascular disease, hypertension, diabetes and obesity. A descriptive analysis was carried out to find out the distribution of deceased and non-deceased cases. The chi-square test was used for the difference in proportions. Logistic regression analysis was used to understand the association between metabolic diseases and COVID 19 mortality in people who tested positive for the SARS-CoV-2 virus. The data were adjusted for age and gender. **Results.** The association of metabolic diseases on mortality was observed. Diabetes had a higher percentage of lethality 18,4%. When cardiovascular disease and diabetes were combined, the fatality rate rose to 31,5%; the combination of cardiovascular diseases, with hypertension and diabetes was the highest percentage of lethality 38,7%. Obesity had the least incidence. **Conclusions.** Metabolic diseases in México are a public health problem that affected COVID-19 mortality. It is a priority to deal with preventive and effective public policies in favor of a healthy food consumption model, in line with the nutritional needs of the population. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 281-289.

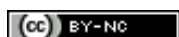
**Keywords:** metabolic diseases, COVID-19, mortality, México.

### Introducción

México enfrenta hoy en día, la pandemia global de COVID-19, con un saldo que lo coloca entre los países más afectados del mundo por su número global de muertes, tanto por la epidemia como por el exceso de mortalidad (1). Las causas son multifactoriales por lo

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. (INCMNSZ). México. <sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM).

Autor para la correspondencia: José Antonio Roldan Amaro, E-mail: antonio.roldana@incmnsz.mx



que solo se revisará el impacto de las enfermedades metabólicas: obesidad, cardiovasculares, hipertensión y diabetes en las defunciones del país por COVID-19, dentro del contexto de la morbilidad (2) y mortalidad (3) general del país. El modelo de consumo alimentario ha desempeñado, un papel fundamental en el desarrollo de tales enfermedades, con un predominio de alimentos procesados y ultraprocesados y con déficit de alimentos saludables (4, 5). A poco más de un año desde los primeros decesos en la contabilidad oficial del país y en una epidemia que aún no termina, tratamos de contribuir al análisis de la incidencia de los padecimientos metabólicos en la mortalidad por COVID-19 en México. Lo cual no implica dejar de reconocer otros factores que también impactan en la letalidad como por ejemplo las inequidades sociales que serían tema de otro análisis.

La actual pandemia de COVID-19 no es la primera de alcance global en la historia. En 1918 tuvo lugar la influenza denominada española, con un gran impacto en el número de contagios y muertes en el mundo, lo que constituye el antecedente más importante al respecto. De hecho, difícilmente las defunciones por COVID-19 alcanzarán los 50 millones de muertes totales de la influenza de principios de siglo XX, aunque las 300.000 muertes estimadas entonces en México (6) podrían alcanzarse o superarse en el saldo final cuando termine la epidemia. Al día 17 de noviembre de 2021, en el país se contabilizaron 291.573 defunciones oficiales (7). A la fecha se observa una franca tendencia descendente en la epidemia, para lo cual las vacunas han desempeñado un papel importante. Sin embargo no se descarta un repunte de contagios y por lo tanto no se puede dar por concluida la pandemia.

Las enfermedades metabólicas están directamente relacionadas sin duda con el modelo de consumo alimentario. A principios de 1980, la composición de la alimentación en México comenzó a cambiar de manera drástica y su transformación se aceleró en las décadas posteriores (8). Los cambios ocurridos entonces en la dieta fueron profundos e incluyeron un incremento paulatino del consumo de alimentos

con grasa saturada, azúcar añadida, sal, con deficiencia de nutrimentos y alimentos altamente hipercalóricos. Mientras que paralelamente disminuyó la ingesta de granos integrales, nueces y semillas, frutas, verduras y fibra (9), lo que generó toda una serie de efectos negativos en la salud de la población (10-12). La diabetes mellitus, por ejemplo, pasó a ser, por sí misma, un grave problema de salud pública en México (13).

El dominio de la industria en tecnología de alimentos (14), en diversos micronutrientes y otros compuestos bioactivos, derivó en un empobrecimiento progresivo de la calidad de la dieta (15), fomentando las comorbilidades metabólicas (16). Todos estos factores condujeron a una nueva problemática alimentaria (17). En este contexto, la transición nutricional dio lugar a un problema epidemiológico en México de sobrepeso y obesidad, que ubicó a la población en una delicada situación de vulnerabilidad (18) y que ha colocado al país entre los de mayor prevalencia al respecto en el mundo (19, 20).

En la literatura científica nacional e internacional ya contamos con trabajos sobre investigaciones que evalúan el impacto de las enfermedades del síndrome metabólico en los contagios y la mortalidad por COVID-19. En China, donde tuvo lugar el surgimiento del coronavirus, Xiaoping Chen establece la relación de la hipertensión, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares con el COVID-19 (21); Nanshan Chen enfatiza las distintas comorbilidades como riesgo de enfermar y morir por SARS-CoV-2 (22); Jia acentúa la obesidad en el agravamiento por COVID-19 (23). En el mismo sentido, Stefan establece la conexión entre la obesidad y el deterioro de la salud metabólica en la gravedad por SARS-CoV-2 (24). Smith establece claramente la alteración del metabolismo de la glucosa en pacientes con diabetes, prediabetes y obesidad, con síntomas graves de COVID-19 (25). En Latinoamérica, el trabajo de Hummel, destaca el manejo de la pandemia en Bolivia y la respuesta que ha tenido con respecto al impacto en la morbilidad y mortalidad (26). En México, la comunidad científica ha realizado importantes trabajos sobre la epidemia, algunos de ellos enfocados en la incidencia de las enfermedades metabólicas, como la diabetes y su relación significativa con el coronavirus en pacientes tanto ambulatorios como hospitalizados (27). Otra investigación, ha propuesto un enfoque mecanicista para evaluar el riesgo de complicaciones y letalidad atribuible al COVID-19, a partir de la obesidad y la diabetes en México (28). Ortiz-Brizuela discute sobre las características clínicas y epidemiológicas de pacientes diagnosticados con COVID-19 en la Ciudad de

México (29). Pérez-Sastré estudió la gravedad provocada por la obesidad, la hipertensión, la diabetes, el asma y el tabaquismo, en adultos mexicanos contagiados por COVID-19 (30). En el contexto social, es interesante el trabajo de Suárez sobre la epidemiología de SARS-CoV-2 en México (31).

Si bien estos trabajos han mostrado el efecto de algunas de las enfermedades metabólicas sobre el agravamiento de los síntomas de la COVID-19, esta investigación se circunscribe en su relación con la mortalidad por el SARS-CoV-2. El objetivo fue determinar la asociación específica de las comorbilidades metabólicas en el fallecimiento por COVID-19 en México, durante el año crítico de la pandemia, en pacientes que padecían previamente una, dos, tres o cuatro enfermedades y evaluar el efecto de sus combinaciones específicas.

### **Materiales y métodos**

Se trabajó con la Base Nacional de Datos COVID-19 de México, del sitio web oficial de la Dirección General de Epidemiología (DGE) de la Secretaría de Salud (32). El periodo analizado fue de marzo de 2020 a marzo de 2021, que comprende el año crítico de la pandemia hasta ahora en el país. El total de casos en la base de datos fue de 5.889.318, de los cuales 2.193.639 fueron casos confirmados con el SARS-CoV-2 por el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (INDRE); de los mismos se consideraron como casos positivos con el resultado de muestra afirmativo o que se clasificaron por asociación epidemiológica o por dictaminación oficial en el acta de defunción correspondiente. De estos se analizaron 1.369.766 que a su vez se dividieron en dos grupos, los que presentaron alguna enfermedad metabólica (710.447) y aquellos que no presentaron enfermedades o también llamados sanos (659.319) para tener el grupo de comparación. Se excluyeron aquellos casos que no registraban enfermedades metabólicas aunque presentaron otras enfermedades como asma, neumonía, tabaquismo, entre otras.

#### *Definición de variables*

Enfermedades metabólicas. Fueron los casos registrados con hipertensión, diabetes, obesidad o enfermedades cardiovasculares; así como los que presentaban la combinación

de dos, tres o las cuatro enfermedades. Los casos incluidos en los grupos de cada enfermedad metabólica y de cada combinación de ellas fueron independientes entre sí, es decir, no se repitieron en las diferentes combinaciones.

*Variables demográficas.* Edad en años y sexo (hombre o mujer).

*Defunción.* Variable dicotómica “Sí” o “No” hubo defunción.

#### *Análisis estadístico.*

Se realizó un análisis descriptivo para conocer la distribución de los casos en los que sí hubo defunción y en los que no la hubo; se empleó la prueba de ji cuadrada para evaluar si había diferencia significativa en las proporciones, según la enfermedad metabólica.

*Modelación estadística.* Se construyeron cuatro modelos clínicos para predecir la mortalidad por COVID-19 a través de análisis de regresión logística bivariada con la variable defunción como variable dependiente, las enfermedades metabólicas como variables predictoras y el ajuste por edad y sexo, tomando como referencia el sexo femenino y los casos con edad menor de 20 años. En el primer modelo de regresión se incluyeron los casos que sólo presentaron una de las cuatro enfermedades; en el segundo, aquellos con dos enfermedades; en el tercero, los registrados con tres enfermedades metabólicas al mismo tiempo y, finalmente, en el cuarto modelo se incluyeron los casos que presentaron las cuatro enfermedades: cardiovasculares, diabetes, hipertensión y obesidad. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 24.

### **Resultados**

El 18,3% del total de los casos que padecían enfermedades metabólicas, murió por COVID-19; en contraste con el 5,5% del grupo que no tenía enfermedad alguna. Si bien el porcentaje de hombres y mujeres contagiados fue prácticamente el mismo, el número de hombres que murió fue

Tabla 1. Sexo y edad de los participantes positivos al SARS-CoV-2, según condición de defunción, durante el año crítico de pandemia en México: marzo 2020-2021

Variables	Casos positivos al SARS-CoV-2		Defunciones por COVID-19				Prueba estadística
	n	%	No		Si		
			n	%	n	%	
<b>Sexo</b>							
Mujer	672.488	49,1	608.079	90,4	64.409	9,6	$\chi^2(1)=$ 8.255,40 p<0,001
Hombre	697.278	50,9	595.104	85,3	102.174	14,7	
Total	1.369.766	100,0	1.203.183	87,8	166.583	12,2	
<b>Edad</b>							
0 a 19	44.787	3,3	44.434	99,2	353	0,8	$\chi^2(5)=$ 325.118,43 p<0,001
20 a 39	447.515	32,7	440.293	98,4	7.222	1,6	
40 a 59	547.613	40,0	496.361	90,6	51.252	9,4	
60 a 79	285.039	20,8	198.002	69,5	87.037	30,5	
80 a 99	44.535	3,3	23.881	53,6	20.654	46,4	
100 o más	277	0,02	212	76,5	65	23,5	
Total	1.369.766	100,0	1.203.183	87,8	166.583	12,2	
<b>Grupo con enfermedades metabólicas</b>							
Grupo con enfermedades metabólicas	710.447	51,9	580.219	81,8	130.228	18,3	$\chi^2(1)=$ 52.582,83 p<0,001
Grupo sin enfermedades metabólicas	659.319	48,1	622.964	94,5	36.355	5,5	

casi el doble que el de las mujeres. Asimismo, los grupos de edad con mayor mortalidad fueron los de 80 a 99 años y los de 60 a 79 años; los grupos de menor edad sumaron el 4,5% del total de fallecidos. Tabla 1.

Los pacientes con enfermedades metabólicas se agruparon en los que tenían solo una, dos, tres o las cuatro enfermedades. El porcentaje de defunciones incrementó directamente con el número de enfermedades padecidas. La diabetes acumuló la mayor letalidad y la obesidad fue la de menor incidencia. La combinación de cardiovasculares y diabetes elevó la mortalidad a más del 30%; las combinaciones con la obesidad resultaron las más bajas. El porcentaje siguió aumentando con tres padecimientos como: hipertensión, diabetes

y cardiovasculares (38,7%). En personas con los cuatro padecimientos metabólicos, el resultado fue similar (37,2%). Todas las comparaciones fueron significativas (p<0,001). Tabla 2.

La Tabla 3 muestra los modelos de regresión ajustados por edad y sexo. La diabetes fue la más asociada a la mortalidad (OR=1,43), siguió la obesidad (OR=1,36) y pertenecer al sexo masculino (OR=1,78). La combinación de dos enfermedades, con mayor asociación fue la diabetes y la obesidad (OR=2,28); las enfermedades cardiovasculares y la obesidad (OR=2,06); la hipertensión y diabetes (OR=1,97); y pertenecer al sexo masculino (OR=1,82). Cuando se presentaron tres enfermedades metabólicas a la vez, la combinación con mayor posibilidad de morir fue: hipertensión, diabetes y obesidad (OR=2,54). Finalmente, los casos con las cuatro enfermedades también se asociaron significativamente (OR=2,34). Tabla 3.

Tabla 2. Prevalencias de enfermedades metabólicas de manera individual y sus combinaciones, durante el año crítico de pandemia en México: marzo 2020-2021

Enfermedades metabólicas a	Casos positivos al SARS-CoV-2 con enfermedades metabólicas		Defunciones por COVID-19				Prueba estadística
	N	%	No		Sí		
			n	%	N	%	$\chi^2(1)$
Una sola enfermedad							
Hipertensión	157.336	22,2	129.283	82,2	28.053	17,8	16.039,97*
Diabetes	105.194	14,8	85.789	81,6	19.405	18,4	11.971,76*
Obesidad	187.192	26,4	173.391	92,6	13.801	7,4	903,58*
Cardiovasculares	8.583	1,2	7.165	83,5	1.418	16,5	1.923,87*
Subtotal	458.305	64,5	395.628	86,3	62.677	13,7	
Combinación de 2 enfermedades							
Hipertensión y Diabetes	107.280	15,1	74,827	69,7	32,453	30,3	69.103,91*
Hipertensión y Obesidad	52.885	7,4	43,418	82,1	9,467	17,9	12.478,82*
Diabetes y Obesidad	25.303	3,6	20,426	80,7	4,877	19,3	8.152,11*
Hipertensión y Cardiovasculares	6.890	1,0	4,760	69,1	2,130	30,9	8.082,47*
Cardiovasculares y Diabetes	2.100	0,3	1,438	68,5	662	31,5	2.680,40*
Cardiovasculares y Obesidad	2.062	0,3	1,655	80,3	407	19,7	792,27*
Subtotal	196.520	27,7	146,524	74,6	49,996	25,4	
Combinación de 3 enfermedades							
Hipertensión, Diabetes y Obesidad	41.026	5,8	28.786	70,2	12.240	29,8	35.379,11*
Hipertensión, Diabetes y Cardiovascular	6.670	1,0	4.092	61,3	2.578	38,7	13.172,90*
Cardiovascular, Obesidad e Hipertensión	3.069	0,4	2.099	68,4	970	31,6	3.911,18*
Cardiovascular, Obesidad y Diabetes	747	0,1	510	68,3	237	31,7	979,10*
Subtotal	51.512	7,3	35.487	68,9	16.025	31,1	
Combinación de 4 enfermedades							
Cardiovascular, Obesidad, Diabetes e Hipertensión	4.110	0,5	2.580	62,8	1530	37,2	7.628,88*
TOTAL	710.447	100	580.219	81,7	130.228	18,3	

<sup>a</sup> La referencia en cada condición del número de enfermedades fue el grupo sin enfermedades metabólicas (sanos) y positivos a COVID-19 donde No falleció = 622.964 (94,5%) y Sí falleció= 36.355 (5,5%). \*p= <0,001

Tabla 3. Modelos de regresión para cada una de las enfermedades metabólicas y sus combinaciones durante el año crítico de pandemia en México: marzo 2020-2021

Enfermedad(es)	B	E.E.	Wald gl=1	Sig.	OR	IC95%
Modelo de regresión con enfermedad única						
Diabetes	0,357	0,009	1.493,94	<0,001	1,43	1,40-1,45
Obesidad	0,307	0,010	937,51	<0,001	1,36	1,33-1,39
Hipertensión	0,014	0,008	2,90	0,088	1,01	0,99-1,03
Cardiovasculares	0,034	0,034	1,01	0,314	1,03	0,97-1,11
Sexo masculino	0,578	0,005	11.678,90	<0,001	1,78	1,76-1,80
Edad >20 años	0,081	0,000	20.403,79	<0,001	1,08	1,08-1,08
Modelo de regresión con dos enfermedades						
Hipertensión y Diabetes	0,681	0,008	7.365,75	<0,001	1,97	1,94-2,01
Hipertensión y Cardiovasculares	0,213	0,029	52,89	<0,001	1,24	1,17-1,31
Hipertensión y Obesidad	0,555	0,013	1.905,19	<0,001	1,74	1,70-1,78
Diabetes y Obesidad	0,825	0,017	2.220,76	<0,001	2,28	2,20-2,36
Cardiovascular y Diabetes	0,527	0,052	103,15	<0,001	1,69	1,53-1,88
Cardiovasculares y Obesidad	0,721	0,063	132,54	<0,001	2,06	1,82-2,33
Sexo masculino	0,602	0,005	12.525,80	<0,001	1,82	1,81-1,84
Edad >20 años	0,078	0,000	189.399,59	<0,001	1,08	1,08-1,08
Modelo de regresión con tres enfermedades						
Hipertensión, Diabetes y Obesidad	0,933	0,012	5.954,19	<0,001	2,54	2,48-2,60
Hipertensión, Cardiovasculares y Diabetes	0,586	0,028	449,32	<0,001	1,80	1,70-1,90
Hipertensión, Cardiovasculares y Obesidad	0,620	0,043	204,27	<0,001	1,86	1,79-2,02
Cardiovascular, Diabetes y Obesidad	0,874	0,087	100,13	<0,001	2,40	2,02-2,84
Sexo masculino	0,602	0,005	12.553,58	<0,001	1,82	1,81-1,84
Edad >20 años	0,080	0,000	205.207,74	<0,001	1,08	1,08-1,08
Modelo de regresión con las cuatro enfermedades						
Cardiovascular, Diabetes, Obesidad e Hipertensión	0,850	0,036	568,58	<0,001	2,34	2,18-2,51
Sexo masculino	0,582	0,005	11.864,06	<0,001	1,79	1,77-1,81
Edad >20 años	0,081	0,000	212.146,27	<0,001	1,08	1,08-1,08

E.E. = Error Estándar; gl = grados de libertad; OR = *Odds Ratio*; IC = Intervalos de Confianza.

### Discusión

La presente investigación abarcó el año crítico de la pandemia en México de marzo 2020 a marzo 2021, que incluyó el segundo y mayor repunte de la epidemia, ocurrido principalmente durante enero y febrero de 2021. El análisis estadístico sobre de la asociación de las prevalencias de las enfermedades metabólicas en la mortalidad por COVID-19, se comprobó claramente con la conformación del grupo sin enfermedad metabólica alguna, pero positivos al SARS-CoV-2, donde sólo murió el 5,5%, en contraposición con el

grupo de personas con una o más comorbilidades metabólicas en donde se triplicó el porcentaje que falleció a 18,3% (en el caso de una sola enfermedad), y hasta 38.7% con tres enfermedades metabólicas.

Previo a la pandemia, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la hipertensión y la obesidad figuraban entre las principales causas de morbilidad (2) y las enfermedades cardiovasculares y la diabetes se constituían entre las principales causas de mortalidad en el país (3), la obesidad se

encontraba presente en el 36,1% de la población de 20 años y más; la hipertensión, en el 18,4% en población mayor de 20 años, y la diabetes en el 10,3% de esa población (21). Con todo lo anterior, se confirmó que la problemática preexistente de morbilidad y mortalidad previa a la pandemia de COVID-19, donde destacan las comorbilidades metabólicas, resultado de la transición alimentaria hacia un modelo de consumo alimentario con predominio de productos procesados y ultraprocesados, acentuada a partir de la década de 1980, constituyó el cuadro epidemiológico nacional (16), que impactó en la letalidad porcentual actual de la epidemia de COVID-19.

La enfermedad que mayor asociación tuvo en la mortalidad por COVID-19 fue la diabetes, lo cual confirma los hallazgos de Bello et al, que la mencionan como el principal problema de salud en México (13). El 18,4% de las personas con dicho trastorno y positivas al SARS-CoV-2 falleció. Cuando se combinó la diabetes con las comorbilidades metabólicas cardiovasculares el porcentaje de letalidad aumentó casi al doble.

Se confirmó que en la medida que aumentaba el número de enfermedades en las personas positivas al SARS-CoV-2, la mortalidad también aumentó significativamente. La presencia de dos comorbilidades metabólicas prácticamente duplicó el riesgo a morir, siendo la combinación con mayor letalidad la de diabetes con enfermedades cardiovasculares, que aumentó a 31,5%. Las combinaciones de hipertensión y diabetes, e hipertensión con las enfermedades cardiovasculares, también superaron el 30%; sólo la combinación de las enfermedades en cuestión con la obesidad fue menor al 20%, pero muy superior al 5,5% de letalidad del grupo de comparación. De la misma forma, la presencia de tres enfermedades metabólicas en los pacientes positivos a COVID-19 aumentó la letalidad. El incremento porcentual de letalidad en la combinación triple fue de 30%, en promedio. La combinación de mayor letalidad fue la de diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares (38,7%). Por último, en los pacientes que tenían los cuatro padecimientos metabólicos y que murieron por COVID-19 se registró también una letalidad muy alta (37,2%).

En contraste, el padecimiento metabólico que menos efecto tuvo en la mortalidad de COVID-19 fue la obesidad, cuyo porcentaje de letalidad fue de 7,4%, muy similar al 5,5% de las personas fallecidas que no tenían trastorno metabólico alguno. Este hallazgo resulta interesante ya

que, de las cuatro enfermedades metabólicas estudiadas, es la que se encuentra más presente en la población (17), además de que representa, de acuerdo con la literatura científica nacional, un grave problema de salud pública (16) que coloca al país entre los primeros lugares de obesidad en el mundo (14). Sin embargo, la explicación a que resultara ser la comorbilidad metabólica de menor letalidad porcentual en cuanto a la mortalidad por Covid-19, podría ser a que el Índice de Masa Corporal (IMC) con el cual se diagnóstica actualmente la obesidad, es un indicador limitado. Hoy día el sistema de clasificación o estadificación de Edmonton es más preciso y usado en el mundo para medir obesidad y particularmente el impacto que tiene con la mortalidad (33).

La transición alimentaria y nutricional acentuada en la década de los 80 en México, explica los cambios en la ingesta de las familias mexicanas. Las dietas de los hogares incrementaron paulatinamente el consumo de productos procesados, caracterizados por su bajo aporte de nutrimentos y altos niveles de energía, grasas saturadas, azúcares, sal y bebidas azucaradas; que al mismo tiempo disminuyeron los niveles de ingesta de frutas, verduras, leguminosas, granos integrales, nueces y semillas, reportados en la ENIGH (6). La relación que existe entre la mala alimentación y las enfermedades metabólicas que da sustento al síndrome metabólico, se encuentra ampliamente documentado en el trabajo realizado en 21 países, por Swaminathan (9).

Las defunciones en tiempos de la pandemia por COVID-19 en México ha representado un gran problema, así como el exceso de mortalidad, que surge como efecto colateral de la misma, donde suman ya una cifra mucho mayor a los 400.000 decesos (1). Por último en relación al número de decesos en hombres que fue casi el doble en comparación con las mujeres, no tenemos una explicación científica convincente. Por lo que estamos trabajando en nuevas investigaciones que profundicen sobre las razones al respecto en México.

## Conclusiones

La presencia epidémica de las comorbilidades metabólicas en México, su incidencia y asociación en la mortalidad por COVID-19, expresada en los trabajos de la comunidad científica, van acordes a los resultados encontrados en el presente estudio. Queda de manifiesto que las enfermedades metabólicas en México representan un problema de salud pública que es fundamental atender prioritariamente, con políticas públicas más enfáticas y efectivas en favor de un modelo de consumo alimentario sano, acorde con las necesidades nutrimentales de la población.

Sin embargo, aun cuando el análisis de la mortalidad por COVID-19, lo centramos en la asociación de las comorbilidades metabólicas, no debemos olvidar la existencia de otros factores que también desempeñan un papel capital en la gravedad de la letalidad de la pandemia en nuestro país, como la pobreza, la condición rural, la infraestructura deteriorada del sistema de salud, la falta de personal sanitario calificado, la actividad física que incide en la obesidad y sobrepeso, entre otros. No obstante, reconocemos como parte de las limitaciones del manuscrito la ausencia de dicha información, dado que la base de datos oficial con la que trabajamos, es básicamente clínica y por lo tanto, no tiene tales datos, por lo cual no se incluyeron en el análisis.

## Agradecimientos

Se agradece a la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Salud del Gobierno de México, por la base de datos actualizada de COVID-19, sin la cual no hubiera sido posible la realización del manuscrito.

## Financiación

El presente trabajo no recibió algún tipo de financiamiento.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés alguno.

## Referencias

1. Gobierno de México. Exceso de mortalidad en México, <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico;2020> [consultada 13/04/2021].
2. SUIVE/DGE/Secretaría de Salud/Estados Unidos Mexicanos. Veinte principales causas de enfermedad Nacional, [https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales\\_nacional.html;2019](https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html;2019) [consultada 15/03/2021].
3. INEGI. Características de las defunciones registradas en México durante 2018, <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2019.pdf;2019> [consultada 15/03/2021].
4. Torres F, Rojas A. Obesidad y salud pública en México: transformación del patrón hegemónico de oferta-demanda de alimentos. RPD 2018; 49. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.193.63185>.
5. Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet. 2019; 393(10170):447-492. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4.
6. Johnson NP, Mueller J. Updating the accounts: global mortality of the 1918-1920 "Spanish" influenza pandemic. Bull Hist Med. 2002;76(1):105-15. doi: 10.1353/bhm.2002.0022
7. Secretaría de Salud. Base de datos COVID-19 en México, <https://datos.covid-19.conacyt.mx;2019> [consultada 17/11/2021].
8. Popkin BM, Reardon T. Obesity and the food system transformation in Latin America. Obes Rev.2018; 19(8):1028-1064. doi:10.1111/obr.12694.
9. INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018: descripción de la base de datos, [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh18\\_descriptor\\_archivos\\_fd\\_ns.pdf;2018](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh18_descriptor_archivos_fd_ns.pdf;2018) [consultada 13/03/2021].
10. Aguirre P. Alimentación humana: el estudio científico de lo obvio. Salud Colect. 2016; 12:463-472. doi:10.18294/sc.2016.1266.
11. Castellanos-Gutiérrez A, Sánchez-Pimienta TG, Batis C, Willett W, Rivera JA. Toward a healthy and sustainable diet in Mexico: where are we and how can we move forward? Am J Clin Nutr. 2021. doi:10.1093/ajcn/nqaa411.
12. Swaminathan S, Dehghan M, Raj JM, Thomas T, Rangarajan S, Jenkins D, *et al.* Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in Prospective Urban and Rural Epidemiology study: prospective cohort study. BMJ 2021:m4948. doi:10.1136/bmj.m4948.
13. Bello-Chavolla OY, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, Hernández-Ávila M. Epidemiology of diabetes mellitus in Mexico. Nutr Rev. 2017; 75 (suppl 1):4-12. doi: 10.1093/nutrit/nuw030.
14. Popkin BM, Adair LS, Ng SW. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. Nutr Rev. 2012; 70:3-21. doi:10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x.
15. Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas. Washington, DC: OPS, 2015.

16. Barquera S, Rivera JA. Obesity in Mexico: rapid epidemiological transition and food industry interference in health policies. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2020; 8(9):746-747. doi:10.1016/S2213-8587(20)30269-2.
17. Rivera JA, Colchero MA, Fuentes ML, González de Cosío T, Aguilar CA, Hernández G, *et al.*, editores. La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2018. 271 p.
18. Shamah-Levy T, Campos-Nonato I, Cuevas-Nasu L, Hernández-Barrera L, Morales-Ruán MDC, Rivera-Dommarco J, *et al.* Sobrepeso y obesidad en población mexicana en condición de vulnerabilidad. Resultados de la Ensanut 100k. *Salud Publica Mex* 2019; 61:852. doi:10.21149/10585.
19. Barquera S, Hernández-Barrera L, Trejo-Valdivia B, Shamah T, Campos-Nonato I, Rivera-Dommarco J. Obesidad en México, prevalencia y tendencias en adultos. *Ensanut 2018-19. Salud Pública Mex.* 2020; 62(6):682-692. doi:10.21149/11630.
20. Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Romero-Martínez M, Mojica-Cuevas J, Cuevas-Nasu L, *et al.* Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2020.
21. Chen X, Hu W, Ling J, Mo P, Zhang Y, Jiang Q, *et al.* Hypertension and Diabetes Delay the Viral Clearance in COVID-19 Patients. *Med Rxiv* 2020:2020.03.22.20040774. doi.org/10.1101/2020.03.22.20040774.
22. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet.* 2020; 395(10223):507-513. doi:10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
23. Jia X, Yin C, Lu S, Chen Y, Liu Q, Bai J, *et al.* Two things about COVID-19 might need attention. *Preprints.* 2020:2020020315. doi:10.20944/preprints2020.0315.v1.
24. Stefan N, Birkenfeld AL, Schulze MB. Global pandemics interconnected - obesity, impaired metabolic health and COVID-19. *Nat Rev Endocrinol.* 2021; 17(3):135-149. doi:10.1038/s41574-020-00462-1.
25. Smith SM, Boppana A, Traupman JA, Unson E, Maddock DA, Chao K, *et al.* Impaired glucose metabolism in patients with diabetes, prediabetes, and obesity is associated with severe COVID-19. *J Med Virol.* 2021; 93(1):409-415. doi:10.1002/jmv.26227.
26. Hummel C, Knaul FM, Touchton M, Guachalla VXX, Nelson-Nuñez J, Boulding C. Poverty, precarious work, and the COVID-19 pandemic: lessons from Bolivia. *Lancet Glob Health.* 2021;9: e579-e581. doi:10.1016/S2214-109X(21)00001-2. Erratum in: *Lancet Glob Health.* 2021; 9:e408.
27. Hernández-Jiménez S, García-Ulloa AC, Almeda-Valdes P, Díaz-Pineda M, Lara-Sánchez C, Rodríguez-Dávila F, *et al.* Comparison of Clinical Characteristics and Outcomes between Outpatients and Hospitalized Patients with Diabetes and COVID-19. *DOIJ* 2021; 6. doi:10.23880/doi-16000243.
28. Bello-Chavolla OY, Bahena-López JP, Antonio-Villa NE, Vargas-Vázquez A, González Díaz A, Márquez-Salinas A, *et al.* Predicting mortality due to SARS-CoV-2: A mechanistic score relating obesity and diabetes to COVID-19 outcomes in Mexico. *Endocrinology (including Diabetes Mellitus and Metabolic Disease);* 2020. doi:10.1101/2020.04.20.20072223.
29. Ortiz-Brizuela E, Villanueva-Reza M, González-Lara MF, Tamez-Torres KM, Román-Montes CM, Díaz-Mejía BA, *et al.* Clinical and epidemiological characteristics of patients diagnosed with COVID-19 in a tertiary care center in Mexico City: a prospective cohort study. *Rev Invest Clin.* 2020; 72(3):165-177. doi:10.24875/RIC.20000211. Erratum in: *Rev Invest Clin.* 2020; 72(4):252-258.
30. Pérez-Sastré MA, Valdés J, Ortiz-Hernández L. Clinical characteristics, and severity of COVID-19 among Mexican adults. *Gac Med Mex.* 2020; 156:373-381. doi:10.24875/GMM.M20000424.
31. Suárez V, Suarez M, Oros S, Ronquillo de Jesús E. Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. *Rev Clín Esp.* 2020; 220:463-71. doi:10.1016/j.rce.2020.05.007.
32. Secretaría de Salud. Base de datos COVID-19 en México, <https://datos.covid-19.conacyt.mx/;2019> [consultada 05/04/2021].
33. Raj S. Padwal, Nicholas M. Pajewski, David B. Allison, Arya M. Using the Edmonton obesity staging system to predict mortality in a population-representative cohort of people with overweight and obesity. *CMAJ* 2011, 2011, 183(14). doi:10.1503/cmaj.110387.

Recibido: 23/06/2021  
Aceptado: 12/11/2021

## Efecto del comportamiento del peso materno en el peso del neonato

Daniela Ramírez-Montoya<sup>1</sup>,  Víctor Daniel Calvo-Betancur<sup>1</sup>,  Sandra L. Restrepo-Mesa.<sup>1</sup> 

**Resumen: Efecto del comportamiento del peso materno en el peso del neonato. Introducción.** La alta prevalencia de sobrepeso y obesidad en las mujeres en edad fértil hace necesario indagar por el impacto que este factor y la ganancia ponderal excesiva en la gestación generan sobre el peso al nacer del neonato. **Objetivo.** Evaluar el efecto del comportamiento del peso materno en dos grupos, gestantes con recién nacido macrosómico y normopeso. **Métodos.** Estudio longitudinal retrospectivo de medidas repetidas, para comparar la ganancia ponderal en siete momentos de la gestación en dos grupos de gestantes, cuarenta y ocho con recién nacido macrosómico vs cuarenta y ocho normopeso. El estudio se realizó en una institución de segundo nivel de Antioquia-Colombia, a partir de las historias clínicas del control prenatal de los último cinco años. **Resultados.** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, para el peso de los siete momentos del periodo gestacional ( $p < 0,001$ ). El peso gestacional materno, contribuyó a la varianza del peso del neonato, especialmente en el grupo de gestantes con recién nacido macrosómico. **Conclusión.** La ganancia ponderal materna impacta el peso al nacer, es decir que, a mayor peso gestacional materno, mayor fue el peso del recién nacido. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 290-299.

**Palabras clave:** mujer embarazada, gestación, recién nacido, peso al nacer, macrosomía fetal.

**Abstract: Effect of the behavior of maternal weight on the weight of the newborn. Introduction.** The high prevalence of overweight and obesity in women of a childbearing age makes it necessary to investigate the impact that this factor and an excessive weight gain in pregnancy have on the weight at birth of the newborn. **Objective.** To evaluate the effect of maternal weight behavior in two groups, pregnant with a macrosomic newborn and a normal weight. **Methods.** A retrospective longitudinal study of repeated measures, to compare the weight gain at seven moments of the gestation in two groups of pregnant women, forty-eight with macrosomic newborn vs. forty-eight with a normal weight. The study was carried out in a second-level institution in Antioquia-Colombia, based on the medical records of the prenatal control of the last five years. **Results.** Statistically significant differences were found between groups for the weight of the seven moments of the gestational period ( $p < 0.001$ ). Maternal gestational weight contributed to the variance of the newborn's weight, especially in the group of pregnant women with a macrosomic newborn. **Conclusion.** Maternal weight gain impacts birth weight, which means, the higher the maternal gestational weight, the higher the newborn's weight. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 290-299.

**Keywords:** pregnant women, pregnancy, newborn, birth weight, fetal macrosomia.

### Introducción

Existe evidencia de la relación entre el estado nutricional materno y el peso al nacer del neonato, por lo cual, aspectos como el índice de masa corporal pregestacional (IMCP) y la ganancia de peso cobran importancia en

la vigilancia del estado nutricional de la mujer durante la gestación, etapa que es considerada una ventana de oportunidades para el desarrollo del capital humano y la prevención de enfermedades crónicas. Tanto el bajo como el elevado peso al nacer condicionan el estado de salud del neonato a corto, mediano y largo plazo, perpetuando el círculo transgeneracional de la malnutrición (1-3).

En Colombia, de acuerdo con un estudio realizado a partir del registro de nacido vivo en un periodo de diez años y que incluyó cerca de seis millones de neonatos a término (4), se encontró que 33 % presentaron peso inadecuado al nacer; de los cuales 24,7 % tuvo peso insuficiente (entre 2500 y 2999 g), 3,8 % bajo peso

---

<sup>1</sup>Universidad de Antioquia, Grupo de investigación Alimentación y Nutrición Humana.  
Autor para la correspondencia: Prof. Sandra Lucia Restrepo Mesa,  
E-mail: [sandra.restrepo@udea.edu.co](mailto:sandra.restrepo@udea.edu.co)

(< a 2500 g) y 4,5 % macrosomía (> a 4000 g). El incremento en las cifras de macrosomía respecto a las de bajo peso, es reflejo de la situación de malnutrición por exceso en las mujeres en edad reproductiva en el país.

El sobrepeso y la obesidad afectan a países de altos, medianos y bajos ingresos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (5), estimó en 2016 en la población femenina, un sobrepeso de 40 % y obesidad de 15%. En Latinoamérica y el Caribe las estadísticas del informe *World's Women 2015* (6), describen, en mujeres, una prevalencia de sobrepeso de 59 % y de obesidad 27 %. En Colombia, las cifras no se alejan de esta realidad, de acuerdo con la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) 2015 (7), el exceso de peso en mujeres alcanza 59,5 % (8). Se destaca que de las gestantes evaluadas en la ENSIN 2015 (7) presentaron sobrepeso 24 % y obesidad 15,2 %, con un incremento de la obesidad de 5,4 % respecto a la ENSIN 2010 (8).

La situación descrita anteriormente, condiciona el peso con el cual las mujeres inician el embarazo, su ganancia de peso y el peso al nacer del neonato (9). Las gestantes con exceso de peso, presentan mayor tendencia a ganancias de peso excesivas, mayor acumulación de grasa visceral y un cambio en los adipocitos que aumenta los marcadores inflamatorios y el estrés oxidativo, afectando la unidad feto-placentaria (10, 11). Estos cambios metabólicos incrementan el riesgo de diabetes mellitus gestacional, dislipidemias, hipertensión arterial sistémica y preeclampsia en la madre y generan una impronta metabólica en el feto con fuertes implicaciones en las diferentes etapas del ciclo vital (12, 13).

La macrosomía al nacer contribuye al círculo intergeneracional de la obesidad y sus comorbilidades asociadas (14, 15). La vigilancia del estado nutricional de la gestante y del peso al nacer, no debe centrarse en el bajo peso materno-neonatal, el actual perfil epidemiológico hace necesario dar relevancia a la vigilancia del exceso de peso pregestacional y gestacional para prevenir la macrosomía al nacer. Por lo anterior, el propósito

de este estudio fue evaluar el efecto del comportamiento del peso materno en dos grupos de gestantes, uno con recién nacido macrosómico y otro con recién nacido normopeso.

### **Materiales y métodos**

Estudio longitudinal retrospectivo de medidas repetidas de comparación de grupos, en diseño tipo panel. Por ser un estudio de datos longitudinales (balanceados), la variable de respuesta elegida fue el peso gestacional en kilogramos, observado en siete momentos diferentes del periodo gestacional, ya que cada gestante tiene una tendencia propia o “trayectoria”. Es importante indicar que en Colombia, el peso de la gestante debe ser tomado en cada cita del control prenatal con una balanza de pie digital o mecánica, calibrada según las indicaciones, que tenga una capacidad de 120 a 150 kilogramos, con una precisión de 50 a 100 gramos (16, 17). Además de lo anterior, la covariable de mayor interés en el análisis longitudinal fue la comparación de dos grupos de estudio (gestantes con recién nacido macrosómico vs gestantes con recién nacido normopeso).

A partir de las historias clínicas de gestantes que asistieron al programa de control prenatal en una institución de segundo nivel de atención en un periodo de cinco años, se obtuvieron 300 madres con neonatos macrosómicos (peso mayor o igual a 4000 gramos) (18), de las cuales solo 48 gestantes cumplieron los siguientes criterios de inclusión para integrar el primer grupo: parto en la institución de referencia, control prenatal en la institución o municipios cercanos para acceder a los datos de la madre, edad materna entre 15 y 45 años, con todos los datos disponibles en la ficha CLAP (Centro Latinoamericano de Perinatología) o en la historia clínica prenatal, con siete pesos durante la gestación en las semanas requeridas para el estudio, distribuidas en los trimestres de gestación, así: peso 1: correspondiente al peso pregestacional, primer trimestre: peso 2: entre la semana 1 y 13; segundo trimestre: peso 3: entre la semana 18 y 21 y peso 4: entre la 22 y 24; tercer trimestre: peso 5: entre la 31 y la 34, peso 6: semanas 35-37 y peso 7: previo al parto; y datos antropométricos del neonato como peso, longitud y perímetro cefálico.

De igual manera se seleccionó un segundo grupo de 48 gestantes, con recién nacido normopeso, de 3000 a 3999 gramos (19) (relación 1:1) con apareamiento de las siguientes variables: edad materna, gestas previas, nivel socioeconómico, año de nacimiento del recién nacido y lugar

de procedencia. Se excluyeron para ambos grupos las madres con embarazos múltiples, diabetes previa a la gestación y recién nacidos con enfermedades congénitas. Para el análisis longitudinal se incluyeron en total 96 gestantes.

Otras variables utilizadas en el análisis descriptivo y bivariado fueron nivel educativo, estrato socioeconómico, estado civil, diabetes gestacional, edad materna, peso pregestacional, IMCP, peso gestacional, peso final, ganancia de peso; peso, longitud y perímetro cefálico del neonato.

#### *Procedimientos, recolección y manejo de datos*

La recolección de los datos se realizó por medio del *software Epi Info* versión 7.2.1.0; fueron procesados en el software IBM SPSS versión 23.0 y en el *software Stata* versión 16. Para el plan de análisis se consideró la clasificación del estado nutricional pregestacional según lo establecido en la Resolución 2465 de 2016 del Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia, que acoge el estándar de Atalah y col (17,20). En la embarazada menor de 19 años la clasificación del peso pregestacional, se realizó por medio del indicador IMC para la edad y para las mayores de 19 años con el indicador IMC para la edad gestacional, la cual considera la siguiente clasificación: enflaquecida (inferior a 20 kg/m<sup>2</sup>), normal (20–24,9 kg/m<sup>2</sup>), sobrepeso (25–29,9 kg/m<sup>2</sup>) y obesidad igual o superior a (30 kg/m<sup>2</sup>) (17,20) y como rangos de ganancia de peso se consideraron los siguientes: enflaquecidas (12-18 kg para adultas y 12-20 kg para adolescentes), peso adecuado (10-13 kg para adultas y 12,5-17 kg para adolescentes), sobrepeso (7-10 kg para adultas y 7,5-12,5 kg para adolescentes) y obesidad (6-7 kg para adultas y 7 kg para adolescentes) (21,22).

La meta de ganancia de peso se calculó para cada gestante a partir del peso pregestacional saludable calculado para un IMC de 22,5 kg/m<sup>2</sup> y la ganancia de peso al final de la gestación se clasificó como inadecuada por déficit, adecuada o excesiva, según fuera inferior, acorde o superior a los rangos especificados.

#### *Análisis de datos*

El análisis descriptivo para las variables cuantitativas incluyó medidas de tendencia central (media aritmética, mediana) y dispersión (desviación estándar, rango intercuartílico RI); para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias absolutas y porcentajes. La normalidad de los aspectos sociodemográficos, clínicos y antropométricos de la

gestante y del neonato se determinó con la prueba de Kolmogorov- Smirnov; de acuerdo con la distribución de la variable se utilizó la prueba U-Mann Whitney para la comparación entre los grupos de gestantes con recién nacido macrosómico y normopeso, que se complementó con la medida de magnitud de efecto del coeficiente de correlación biserial por rangos (rs), con sus respectivos intervalos de confianza del 95 % (I.C. 95 %). Para explorar la relación de algunos aspectos de la gestante y antropométricos del neonato frente a los grupos de estudio, se aplicó la prueba Chi-Cuadrado de independencia de razón de verosimilitud y como medida de magnitud de efecto se aplicó *Odds Ratio* (OR) con sus respectivos intervalos de confianza del 95% (I.C. 95 %).

Para evaluar el efecto del peso materno en el transcurso de la gestación, se realizó un diseño de panel, donde se compararon los grupos de gestantes con recién nacido macrosómico vs normopeso, se observó la variabilidad del peso materno en siete períodos gestacionales que involucran los tres trimestres del embarazo a través de un modelo lineal mixto. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa con un valor de  $p < 0,05$ .

El presente estudio siguió las consideraciones éticas establecidas en la Declaración de Helsinki (23), la Resolución 008430 de 1993 (24), y la Resolución 1995 de 1999 (25), por la cual se establece la confidencialidad de la información y la estricta custodia en el manejo de las historias clínicas, ambas resoluciones del Ministerio de Salud de la República de Colombia. El proyecto fue avalado por el Comité de Ética para la investigación de la Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquia.

## **Resultados**

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron en el primer grupo 48 gestantes con recién nacido macrosómico y en el segundo, igual cantidad de gestantes (relación 1:1) con recién nacido normopeso. Las edades de las mujeres (n=96), oscilaron entre 15 y 43 años,

siendo la mediana 24 años (RI= 9). Alcanzó un nivel educativo de secundaria o universitario el 82,3 %, tuvo la presencia del compañero en el proceso gestacional 65,7 % y no tuvo hijos o solo tuvo una gesta previa 72,9 %.

La mediana del número de controles prenatales fue 7 (RI=2), asistieron a seis o más controles prenatales 88,5 % y respecto a la presencia de patologías, se encontró una proporción de anemia 16,6 %, diabetes gestacional 12,5 %, hipertensión gestacional 7 % y preeclampsia 6%. Al realizar el análisis de los grupos, se encontró que la mediana de la estatura fue 1,57 m (RI= 0,07) y del IMC pregestacional 24 kg/m<sup>2</sup> (RI= 4). Al clasificar el estado nutricional pregestacional, 4,2 % presentó bajo peso, 57,3 % peso adecuado, 27,1 % sobrepeso y 11,5 % obesidad.

El exceso de peso pregestacional en los grupos con recién nacidos macrosómicos y normopeso fue 47,9 % y 29,2 % respectivamente. De las gestantes con recién nacido macrosómico 64,6% presentaron ganancias de peso excesivas durante la gestación, en comparación con 29,2 % del grupo con recién nacido normopeso. En cuanto a las patologías, solo la diabetes gestacional tuvo diferencias significativas entre los grupos, presentándose en 20,8 % de las gestantes con recién nacido macrosómico frente al 4,2 % en el otro grupo. Las variables clasificación del IMC pregestacional, gestas previas, número de controles prenatales, hipertensión gestacional, preeclampsia y anemia, no presentaron diferencias significativas entre grupos ( $p > 0,079$ ) (Tabla 1).

Al observar la magnitud del efecto, se encontró que las mujeres con excesiva ganancia de peso durante la gestación tuvieron 3,16 veces más probabilidad de que su hijo fuera macrosómico, comparado con aquellas con ganancia de peso

Tabla 1. Relación de los aspectos sociodemográficos, clínicos según el grupo de gestantes con recién nacido con y sin macrosomía.

	Gestante		Valor p	OR (I.C. 95%)
	Con recién nacido macrosómico n = 48	Con recién nacido normopeso n= 48		
Clasificación del IMC pregestacional				
Bajo peso	1 (2,1%)	3 (6,3%)	0,244	0,43 (0,04 a 4,40)
Normal	24 (50,0%)	31 (64,6%)		Referencia
Sobrepeso	16 (33,3%)	10 (20,8%)		2,07 (0,79 a 5,36)
Obesidad	7 (14,6%)	4 (8,3%)		2,26 (0,59 a 8,62)
Clasificación de la ganancia de peso gestacional				
Inadecuada por déficit	3 (6,3%)	14 (29,2%)	<0,001	0,31 (0,07 a 1,27)
Adecuada	14 (29,2%)	20 (41,7%)		Referencia
Inadecuada por exceso	31 (64,6%)	14 (29,2%)		3,16 (1,25 a 8,02)
Diabetes gestacional				
Sí	10 (20,8%)	2 (4,2%)	0,010	6,05 (1,25 a 29,3)
No	38 (79,2%)	46 (95,8%)		
HTA gestacional				
Sí	5 (10,4%)	2 (4,2%)	0,232	2,67 (0,49 a 14,5)
No	43 (89,6%)	46 (95,8%)		
Preeclampsia				
Sí	5 (10,4%)	1 (2,1%)	0,079	5,46 (0,61 a 48,6)
No	43 (89,6%)	47 (97,9%)		

Tabla 1. Relación de los aspectos sociodemográficos, clínicos según el grupo de gestantes con recién nacido con y sin macrosomía. (cont.)

	Gestante		Valor p	OR (I.C. 95%)
	Con recién nacido macrosómico n = 48	Con recién nacido normopeso n= 48		
Anemia				
Sí	9 (18,8%)	7 (14,6%)	0,583	1,35 (0,46 a 3,98)
No	39 (81,2%)	41 (85,4%)		
Gestas previas				
Sí	28 (58,3%)	27 (56,3%)	0,837	1,08 (0,48 a 2,44)
No	20 (41,7%)	21 (43,7%)		
Total de controles prenatales*	7 [2]	7 [1]	0,200	rs= 0,148 (-0,083 a 0,363)
Sexo recién nacido				
Hombre	29 (60,4%)	30 (62,5%)	0,834	0,92 (0,40 a 2,08)
Mujer	19 (39,6%)	18 (37,5%)		
Longitud del recién nacido (cm*)	52 [3]	50 [2]	<0,001	rs= 0,696 (0,555 a 0,797)
Perímetro cefálico del recién nacido (cm*)	36 [2]	35 [1]	<0,001	rs= 0,530 (0,344 a 0,677)

\*Los datos se representan en Mediana [Rango intercuartílico]. rs= coeficiente de correlación biserial por rangos (I.C. 95%)

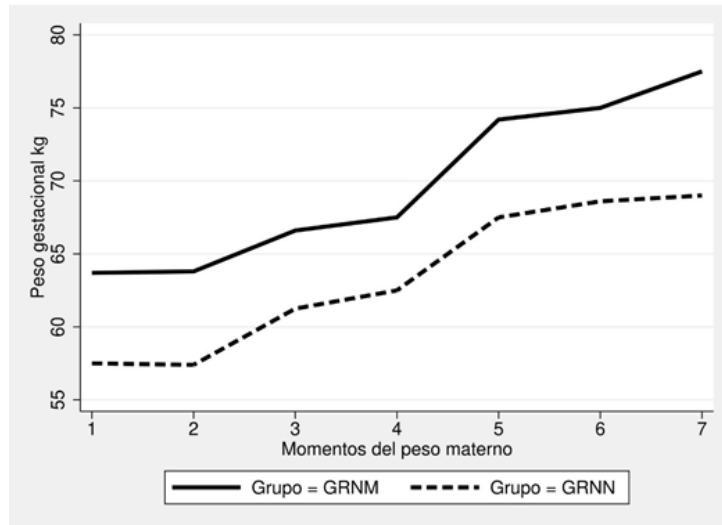
adecuada. Se resalta que las gestantes diagnosticadas con diabetes presentaron 6,05 veces más probabilidad de tener un recién nacido con peso superior a 3999 gramos, en relación con quienes no presentaron esta enfermedad (Tabla 1).

Al comparar los pesos en los siete momentos del periodo gestacional preestablecidos, se presentaron mayores ganancias de peso en el grupo de gestantes con recién nacidos macrosómicos respecto al grupo con recién nacidos normopeso ( $p = 0,001$ ) (Figura 1).

Respecto a las características del neonato, se encontró que dos tercios de los recién nacidos fueron de sexo masculino. Las medianas de peso, longitud y perímetro cefálico de los recién nacidos presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p < 0,001$ ), siendo de 4135 g (RI= 180), 52 cm (RI= 3) y 36 cm (RI 2) entre las gestantes con recién nacido macrosómico, y 3300 g (RI= 380), 50 cm (RI= 2) y 35 cm (RI= 1) en el grupo con recién nacidos normopeso. La magnitud del efecto entre el peso materno y la antropometría del neonato fue grande para el perímetro cefálico y la longitud (Tabla 1).

De acuerdo con el modelo lineal mixto, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, para el peso de los siete momentos del periodo gestacional preestablecidos en el seguimiento ( $p < 0,001$ ). El peso gestacional como factor intra-sujeto, contribuyó a la varianza del peso del recién nacido de manera significativa; a mayor peso materno, se presentó mayor peso en el recién nacido, como sucede en el grupo de gestantes con recién nacido macrosómico (Tabla 2).

En la Figura 2, se observa que en el grupo de gestantes con recién nacido normopeso los pesos maternos oscilaron, inicio de la gestación, entre 42 y 81 kg y al finalizar, entre 55 y 88 kg, evidenciando menores ganancias de peso en comparación con las gestantes con recién nacido macrosómico, que al inicio de la gestación presentaron pesos entre 42 y 98 kg y al finalizar, entre 59 y 120 kg. Las gestantes con mayores pesos pregestacionales tuvieron hijos con pesos superiores a 4000 g.



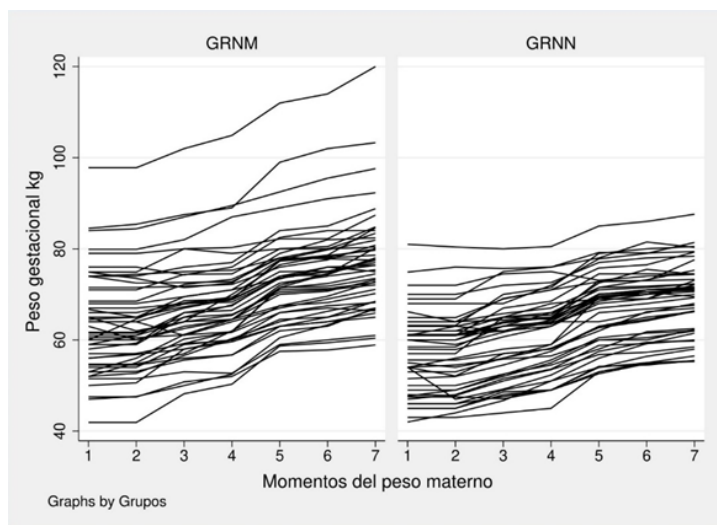
Momentos del peso materno:  
 1: peso pregestacional.  
 2: peso trimestre 1.  
 3: peso trimestre 2 (18-21 sem).  
 4: peso trimestre 2 (22-24 sem).  
 5: peso trimestre 3 (31-34 sem).  
 6: peso trimestre 3 (35-37 sem).  
 7: peso previo al parto.

Figura 1. Distribución de los pesos gestacionales de los controles prenatales, según grupos de estudio.

Tabla 2. Modelo lineal mixto para evaluar el efecto del peso materno de acuerdo al grupo de gestante.

Peso gestacional kg	Error estándar	Valor p	Coficiente	(I.C. 95%)
Período gestacional	0,0437	<0,0001	2,31	(2,23 a 2,40)
Grupo de gestante con recién nacido macrosómico	1,9029	<0,0001	6,69	(2,96 a 10,42)
Constante	1,3569	<0,0001	53,79	(51,13 a 56,45)
Parámetros de efectos-aleatorios	Error estándar		Estimado (I.C. 95%)	
id: Identidad				
Varianza (Constante)	12,5433		86,17 (64,78 a 114,62)	
Varianza (Residual)	0,3034		5,15 (4,59 a 5,78)	

Prueba de razón de verosimilitud vs. regresión lineal ordinaria:  $p < 0,0001$



Momentos del peso materno:  
 1: peso pregestacional.  
 2: peso trimestre 1.  
 3: peso trimestre 2 (18-21 sem).  
 4: peso trimestre 2 (22-24 sem).  
 5: peso trimestre 3 (31-34 sem).  
 6: peso trimestre 3 (35-37 sem).  
 7: peso previo al parto.

Figura 2. Distribución de los pesos gestacionales según grupos de estudio.

## Discusión

Los hallazgos de este estudio muestran que la ganancia peso gestacional de la madre se relaciona con el peso al nacer del recién nacido. Las gestantes con mayores ganancias tuvieron hijos con un peso superior a los 3999 gramos.

El adecuado control de la ganancia de peso durante el embarazo representa un factor protector de comorbilidades obstétricas y de peso inadecuado al nacer, incluso en condiciones de exceso pregestacional. Propp Lima *et al* (9), encontraron que por cada aumento de 1 desviación estándar en el peso ganado durante el embarazo (6 kg), se incrementó en 0,280 DE el peso al nacer, correspondiente a 151,2 gramos. Zonana-Nacach *et al* (10) hallaron que la macrosomía fue asociada con mujeres que iniciaron su embarazo con exceso de peso y tuvieron ganancias por encima de la recomendación (RM 6.6 IC 95% 1.8-23). Por tanto, a mayor ganancia de peso gestacional, mayor aumento del peso del neonato, lo que justifica la importancia de la vigilancia nutricional para lograr una ganancia de peso controlada de la mujer gestante independiente de su IMCP.

A pesar de que en este estudio no se hallaron diferencias estadísticas entre los grupos según el IMCP, se pudo observar que una alta proporción de madres que iniciaron su gestación con exceso de peso hacen parte del grupo de gestantes con recién nacido macrosómico. En un metaanálisis realizado por Lewandowska en 2021 (26), se evidenció que el riesgo ajustado de macrosomía fue tres veces mayor para la obesidad en comparación con el IMC normal en toda la cohorte (AOR = 3.21 (1.69-6.1),  $p < 0.001$ ) y el resultado se mantuvo en los subgrupos de ganancia de peso. Por lo anterior, un peso saludable en la etapa reproductiva y al inicio del embarazo es trascendental por su impacto en el peso al nacer del neonato.

En este estudio, se observó que las gestantes con mayor peso gestacional al finalizar su embarazo fueron las que tuvieron un recién nacido con macrosomía, resultados similares a otras investigaciones. Xiong *et al* (27) en 2020, hallaron que las ganancias excesivas de peso de las madres en segundo semestre y tercer semestres se asociaban con macrosomía, siendo mayor esta asociación en el segundo trimestre. Otro estudio realizado por Retnakaran *et al* (28) en 2018, en una cohorte observacional, mostró que el mayor impacto en el peso al nacer lo generó la ganancia de peso en la primera mitad del embarazo, lo que podría estar relacionado con el crecimiento acelerado que sufre el feto en este periodo.

En este estudio, aproximadamente la mitad de las gestantes presentó ganancias excesivas de peso, en especial en el grupo de gestantes con recién nacido macrosómico. Estudios realizados por Sun *et al* (29) Chi *et al* (30) en 2020, encontraron que las ganancias de peso gestacional que superan las recomendaciones aumentan la probabilidad de macrosomía en comparación con las mujeres con ganancia de peso adecuada. Sun *et al* también concluyeron que el control de peso durante el embarazo y especialmente en gestantes con edades mayores de 25 años, podrían disminuir el riesgo de macrosomía en el recién nacido (29).

La macrosomía se ha relacionado como una consecuencia de la diabetes gestacional, con implicaciones en la salud de la madre y del recién nacido a corto, mediano y largo plazo. En el presente estudio, la diabetes gestacional aumentó la posibilidad de que una gestante tuviera un recién nacido macrosómico. Pereda *et al* en 2020 (31) en un estudio transversal de 42663 gestantes, hallaron que el sobrepeso materno, la obesidad, la ganancia excesiva de peso durante el embarazo y la diabetes gestacional están relacionados con tener un hijo macrosómico. Otro estudio de cohorte retrospectivo, realizado por Claros y Mendoza (32) en 2016, encontró que los hijos de madres con diabetes gestacional tuvieron 460 g más de peso al nacer que los hijos de madres que no la presentaron. La diabetes gestacional se ha relacionado con la macrosomía, sin embargo, un control adecuado de estas gestantes podría contribuir en un peso adecuado al nacer. Lloreda *et al* (33) en 2016, hallaron que de 996 nacimientos macrosómicos solo 7,9% provenían de gestantes con diabetes gestacional.

En este estudio, la antropometría de los neonatos tuvo diferencias entre medianas siendo más alto en los hijos de madres con exceso de peso. El Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos (34), plantea que el riesgo de morbilidad para el binomio madre-hijo es mayor que en la población general cuando el peso al nacer está entre 4000 y 4500 g, y que aumenta significativamente cuando es mayor a 4500 g. Entre los riesgos incrementados para la madre se encuentran partos por cesárea,

hemorragias, riesgo de laceraciones, entre otras y para el neonato distocia de hombros, mayores tasas de ingreso y estancia en la unidad de cuidados intensivos, mortalidad fetal y mayor probabilidad de exceso de peso en la infancia y la edad adulta (2).

En Colombia, en los últimos años las Guías de Práctica Clínica para la prevención, detección temprana y tratamiento de las complicaciones del embarazo, parto y puerperio (21) y actualmente las nuevas Rutas Integradas de Atención RIAS, establecen los lineamientos para la atención, educación y vigilancia nutricional de la embarazada. Las gestantes tienen una asistencia importante a los controles prenatales, sin embargo, la vigilancia nutricional como ejercicio preventivo y de control de riesgos parece perder importancia y se le presta mayor atención a las complicaciones obstétricas, las cuales podrían prevenirse si se instaura el seguimiento a su estado nutricional de acuerdo con sus condiciones de salud previas y durante la gestación.

La vigilancia del peso al nacer como indicador de salud pública se enfoca en el bajo peso, razón por la cual la malnutrición por déficit en la gestante es considerada una prioridad para la atención. En Colombia, las estadísticas nacionales no tienen reportes de macrosomía, aspecto que debería ser considerado como indicador de salud pública frente al actual perfil epidemiológico de las mujeres en edad reproductiva, donde más del 50% presenta exceso de peso con un incremento notable de la obesidad en los últimos cinco años, situación que se refleja en la proporción de macrosomía, que supera el bajo peso al nacer (4). Es imperante que los tomadores de decisiones nacionales en salud sexual y reproductiva definan estrategias para la priorización de la atención de las mujeres con exceso de peso pregestacional y gestacional, que contribuyan a la prevención de la macrosomía al nacer por los efectos deletéreos, en especial por las alteraciones metabólicas que afectan la salud y el desarrollo del infante a corto, mediano y largo plazo, incrementando los costos de la atención en salud y aminorando el desarrollo del capital humano.

Se reconoce como limitación de este estudio, el uso de fuentes secundarias, que limitó el tamaño de muestra, dado que la mayoría de los datos de las historias clínicas estaban incompletos o no cumplían con los criterios de inclusión que impidió obtener una muestra mayor, dado que la mayoría de los datos encontrados en las historias clínicas, estaban incompletos y no cumplían con los criterios de inclusión.

### **Conclusiones**

El aumento del peso materno impacta el peso al nacer, de manera especial en los momentos finales de la gestación, efecto que aumenta en el grupo de gestantes con recién nacido macrosómico.

### **Agradecimientos**

Esta publicación es resultado de la investigación realizada con el apoyo financiero de la Estrategia de Sostenibilidad 2019, de la Universidad de Antioquia. Los investigadores agradecen a las instituciones de salud por posibilitar el uso de las bases de datos necesarias para el desarrollo de este estudio.

### **Declaración de conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existieron conflictos de interés para el desarrollo de esta investigación.

### **Referencias**

1. Jimenez-García R, Alfonso-Novio L, Peeñalver R, Santana-Porbén S. El bajo peso al nacer y la programación temprana de la vida, un problema de actualidad y del futuro. *Rev Cuba Pediatr.* 2017;89 (2):241–51.
2. Fang F, Qing Ying Z, Zhang J, Lei XP, Luo ZC, Cheng HD. Risk factors for recurrent macrosomia and child outcomes. *World J Pediatr.* 2019;15(3):289–96.
3. Forero Torres Y, Hernández Montoya A, Morales Sandoval G. Relación del estado nutricional por variables antropométricas de mujeres gestantes con el peso al nacer de sus hijos en la ciudad de Bogotá 2015. *Arch Latinoam Nutr* 2018;68 (3). Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2018/3/art-2/>
4. Estrada-Restrepo A, Restrepo-Mesa SL, Feria NDCC, Santander FM. Factores maternos relacionados con el peso al nacer de recién nacidos a término, Colombia, 2002-2011. *Cad Saude Publica.* 2016 Nov 1;32(11):e00133215. Disponible en: [www.ensp.fiocruz.br/csp](http://www.ensp.fiocruz.br/csp)

5. Organización Mundial de la Salud (OMS). Obesidad y sobrepeso. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
6. United Nations. The world's women 2015: trends and statistics. New York; 2015. Disponible en: [https://unstats.un.org/unsd/gender/downloads/worldswomen2015\\_report.pdf](https://unstats.un.org/unsd/gender/downloads/worldswomen2015_report.pdf)
7. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Instituto Nacional de Salud, Universidad Nacional de Colombia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional ENSIN 2015. Bogotá D.C: Ministerio de Salud y Protección Social; 2019.
8. Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Profamilia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010 ENSIN. Da Vinci Editores & cía. SNC, editor. Bogotá D.C; 2011.
9. Lima RJCP, Batista RFL, Ribeiro MRC, Ribeiro CCC, Simões VMF, Neto PML, et al. Prepregnancy body mass index, gestational weight gain, and birth weight in the BRISA cohort. *Rev Saude Publica* . 2018;52. Available from: [/pmc/articles/PMC5947505/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35947505/)
10. Zonana-Nacach A, Baldenebro-Preciado R, Ruiz-Dorado MA. Efecto de la ganancia de peso gestacional en la madre y el neonato. *Salud Publica Mex*. 2010;52:220–5.
11. Howell KR, Powell TL. Effects of maternal obesity on placental function and fetal development. *Reproduction*. 2017;153(3):97–108.
12. Johns EC, Denison FC, Reynolds RM. The impact of maternal obesity in pregnancy on placental glucocorticoid and macronutrient transport and metabolism. *Biochim Biophys Acta - Mol Basis Dis*. 2020;1866(2):165374.
13. Catalano PM, Shankar K. Obesity and pregnancy: Mechanisms of short term and long term adverse consequences for mother and child. *BMJ*. 2017;356.
14. Hernández-Higareda S, Pérez-Pérez OA, Balderas-Peña LMA, Martínez-Herrera BE, Salcedo-Rocha AL, Ramírez-Conchas RE. Enfermedades metabólicas maternas asociadas a sobrepeso y obesidad pregestacional en mujeres mexicanas que cursan con embarazo de alto riesgo. *Cir Cir*. 2017;85(4):292–8.
15. Beta J, Khan N, Khalil A, Fiolna M, Ramadan G, Akolekar R. Maternal and neonatal complications of fetal macrosomia: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* . 2019 Sep 1;54(3):308–18. Available from: <https://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2598/30938004/>
16. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Lineamiento técnico y operativo de la ruta integral de atención en salud materno perinatal. Bogotá D.C: Ministerio de Salud y Protección Social; 2019. Disponible en: [https://www.dssa.gov.co/images/documentos/Lineamiento\\_materno\\_perinatal.pdf](https://www.dssa.gov.co/images/documentos/Lineamiento_materno_perinatal.pdf)
17. Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2465 de 2016, Junio 14, por la cual se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años de edad, adultos de 18 a 64 años de edad y gestantes adultas y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio; 2016.
18. Zamorski MA, Biggs WS. Management of suspected fetal macrosomia. *Am Fam Physician*. 2001;63(2):302–6.
19. Organización Mundial de la Salud. El estado físico: Uso e interpretación de la antropometría. OMS, Serie de informes técnicos: 854. Ginebra; 1993.
20. Atalah E, Castillo C, Castro R, Aldea A. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional en embarazadas. *Rev Med Chile*. 1997;125:1429–36.
21. Centro Nacional de Investigación en Evidencias y Tecnologías en Salud. Guías de práctica clínica para la prevención, detección temprana y tratamiento de las complicaciones del embarazo, parto o puerperio. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, Colciencias; 2013.
22. Alton I. Reproductive health issues. In: Stang J, Story M, editors. *Guidelines for Adolescent Nutrition Services*. Minneapolis: University of Minnesota, School of Public Health, Division of Epidemiology and Community Health, Center for Leadership, Education and Training in Maternal and Child Nutrition; 2005. p. 183–97.
23. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos . 2013 [cited 2020 Dec 14]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
24. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993, octubre 4, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá D.C; 1993.
25. Colombia. Ministerios de Salud. Resolución 1995 de 1999, julio 8, por la cual se establecen normas para el manejo de la Historia Clínica. Bogotá D.C; 1999.
26. Lewandowska M. Maternal Obesity and Risk of Low Birth Weight, Fetal Growth Restriction, and Macrosomia: Multiple Analyses. *Nutr Artic*. 2021;13:1213.
27. Xiong X, Xia W, Li Y, Xu S, Zhang Y. Associations of gestational weight gain rate during different trimesters with early-childhood body mass index and risk of obesity. *Obesity*. 2020;28(10):1941–50.
28. Retnakaran R, Wen SW, Tan H, Zhou S, Ye C, Shen M, et al. Association of timing of weight gain in pregnancy with infant birth weight. *JAMA Pediatr*. 2018;172(2):136–42.
29. Sun Y, Shen Z, Zhan Y, Wang Y, Ma S, Zhang S, et al. Effects of pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain on maternal and infant complications. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2020;20(1):1–13.
30. Chi-Nien C, Ho-Sheng C, Heng-Cheng H. Maternal prepregnancy body mass index, gestational weight gain, and risk of adverse perinatal outcomes in

- Taiwan: A population-based birth cohort study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:1221.
31. Pereda J, Bove I, Pineyro MM. Excessive Maternal Weight and Diabetes Are Risk Factors for Macrosomia: A Cross-Sectional Study of 42,663 Pregnancies in Uruguay. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020 Nov 3;11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33224106/>
  32. Claros Benítez DI, Mendoza Tascón LA. Impacto de los trastornos hipertensivos, la diabetes y la obesidad materna sobre el peso, la edad gestacional al nacer y la mortalidad neonatal. *Rev Chil Obstet Ginecol*. 2016;81(6):480–8.
  33. Lloreda-García JM, Sevilla-Denia S, Rodríguez-Sánchez A, Muñoz-Martínez P, Díaz-Ruiz M. Resultados perinatales entre macrosomas hijos de madre diabética y macrosomas hijos de madre no diabética. *Endocrinol y Nutr*. 2016;63(8):409–13.
  34. The American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins. Practice Bulletin No. 173 Summary: Fetal Macrosomia. *Obstet Gynecol*. 2016;128(5):e195–209.

Recibido: 28/06/2021

Aceptado: 18/11/2021

## Administración crónica de cafeína evita la alteración de la glucosa postprandial en ratas

Karina Ruiz-Torres<sup>1</sup>,  Diana Laura Hernández de los Ríos<sup>1</sup>,  Carmen Alejandrina Virgen-Carrillo<sup>2</sup>,   
Jessica Elizabeth Pineda-Lozano<sup>2</sup>,  Alma Gabriela Martínez Moreno<sup>2</sup>. 

**Resumen:** Administración crónica de cafeína evita la alteración de la glucosa postprandial en ratas. **Introducción.** La administración crónica de cafeína evita la alteración de la glucosa postprandial en ratas. El aumento en el consumo de la cafeína alrededor del mundo no es discutible, es así como su investigación se ha vuelto extensa en sus diferentes campos. **Objetivo.** Analizar los efectos de la administración crónica de cafeína en ratas alimentadas con dieta de cafetería, a través de evaluar índices de consumo, antropométricos y bioquímicos. **Materiales y métodos.** La dieta de cafetería es un modelo dietético equivalente a las características de la dieta occidental típica que origina síndrome metabólico en humanos. En esta investigación se realizó la administración crónica vía intraperitoneal de cafeína por ocho semanas a ratas adultas macho Wistar alimentadas con dieta de cafetería. Dada la poca evidencia acerca de los efectos biológicos y comportamentales de la administración crónica de dicha sustancia frente a un modelo de dieta de cafetería se evaluaron parámetros de consumo, antropométricos y bioquímicos. **Resultados.** La dieta de cafetería ocasionó anomalías asociadas al síndrome metabólico; no obstante, la administración de cafeína en las ratas alimentadas con esa dieta resultó ser un factor protector en la glucosa postprandial, más no en la alteración de la tolerancia a la glucosa o perfil lipídico. **Conclusiones.** La cafeína permitió proteger los niveles de glucosa postprandial al término del experimento y un descenso en el peso corporal y consumo de alimento solo en la primera semana. Sin embargo, no se observaron mejoras significativas en el perfil de lípidos, adiposidad, tolerancia a la glucosa y glucosa plasmática. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 300-309.

**Palabras clave:** cafeína, dieta de cafetería, síndrome metabólico, glucosa postprandial, ratas.

### Introducción

La cafeína es el psicoestimulante más consumido en todo el mundo y se admite como segura a determinadas

**Abstract:** Chronic caffeine administration prevents postprandial glucose disturbance in rats. **Introduction.** Chronic caffeine administration prevents postprandial glucose disturbance in rats. The increase in caffeine consumption is not debatable, this is how his research has become extensive in his different fields. **Objective.** To analyze the effects of chronic administration of caffeine in rats fed a cafeteria diet, by evaluating consumption, anthropometric and biochemical indices. Previous studies refer to administering caffeine in diets high in carbohydrates and / or in fat that induce obesity or symptoms of metabolic syndrome. **Material and methods.** The cafeteria diet is a dietary model equivalent to the characteristics of the typical western diet that causes metabolic syndrome in humans. In this research, chronic intraperitoneal administration of caffeine was performed for 8 weeks to adult male Wistar rats fed a cafeteria diet. Given the little evidence about the biological and behavioral effects of the chronic administration of this substance against a cafeteria diet model, consumption, anthropometric and biochemical parameters were evaluated. **Results.** After eight weeks it was found that the cafeteria diet given to the controls caused abnormalities associated with the metabolic syndrome; regarding the administration of caffeine in the rats fed this diet, the treatment turned out to be a protective factor in postprandial glucose, but not in the alteration of glucose tolerance or lipid profile. **Conclusions.** Caffeine allowed to protect postprandial glucose levels at the end of the experiment and a decrease in body weight and food consumption only in the first week. However, no significant improvements were seen in lipid profile, adiposity, glucose tolerance, and plasma glucose. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(4): 300-309.

**Keywords:** caffeine, cafeteria diet, metabolic syndrome, postprandial glucose, rats.

dosis o concentraciones a través de los vehículos en lo que más se consume; café (71%), refrescos (16%) y té (12%) (1). El estudio de la cafeína es extenso debido a los múltiples mecanismos bajo los que actúa, teniendo efectos a diferentes niveles; metabólicos, conductuales, cognitivos y psicomotores (2). Esta sustancia es un estimulante del sistema nervioso central, con efectos adicionales que incluyen aumentos en el gasto de energía en reposo, resistencia, rendimiento físico, función cognitiva y mejoras en las funciones de comportamiento como el estado de ánimo (3,4).

<sup>1</sup>Facultad de Medicina y Nutrición. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad y Fanny Anitúa s/n. C.P. 34,000. Durango, Dgo., México. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición. Universidad de Guadalajara. Av. Enrique Arreola Silva 883, Col. Centro. C.P. 49000. Cd. Guzmán Jalisco, México.

Autor para la correspondencia: Alma Gabriela Martínez Moreno, E-mail: [alma.martinez@cusur.udg.mx](mailto:alma.martinez@cusur.udg.mx)

Tanto en animales como en humanos, la cafeína se absorbe rápida y completamente en el tracto gastrointestinal. En humanos, el 99% de la cafeína ingerida se absorbe dentro de los primeros 45 minutos, 20% a nivel del estómago y la mayor parte en el intestino delgado. La cafeína entra al compartimento de agua del tejido y se distribuye uniformemente en todos los fluidos corporales y órganos. Las concentraciones más altas de cafeína en plasma persisten entre 1-2 horas posteriores a la ingesta, con una vida media de 2,5 a 5,5 horas, alcanzando hasta 9,9 horas, dependiendo de las diferencias interindividuales (5-6).

La cafeína es un antagonista no selectivo del receptor de adenosina. Al atravesar fácilmente la barrera hematoencefálica, bloquea los receptores de adenosina, especialmente los receptores de adenosina A1 y A2A, y en menor medida también bloquea a la fosfodiesterasa. El bloqueo de los receptores de adenosina influye en la liberación de neurotransmisores (7). Los receptores de adenosina se encuentran en todo el cuerpo, principalmente en el cerebro, corazón, vasos sanguíneos, tracto respiratorio, riñones, tejido adiposo y tracto gastrointestinal, sin embargo, la mayor densidad de receptores se localiza en el tejido adiposo (8).

El receptor A1 (A1R) es dominante en los adipocitos donde media muchas acciones que incluyen la inhibición de la lipólisis, la estimulación de la secreción de leptina y la protección contra la resistencia a la insulina relacionada con la obesidad. Por ello estos receptores son un objetivo para el control de la obesidad y la diabetes (9).

Por otro lado, existe una marcada necesidad de encontrar alternativas que contribuyan a mejorar los tratamientos para los signos y síntomas de enfermedades crónicas degenerativas (10). Con respecto a la obesidad (OB), diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y síndrome metabólico (SM) son tres enfermedades no transmisibles (ENT) que comparten mecanismos de aparición y evolución que con frecuencia se van combinando sucesivamente y ocasionan complicaciones cardiovasculares (11). Las enfermedades cardiovasculares constituyen la mayoría de las

muerdes por ENT (17,9 millones cada año), seguidas del cáncer (9,0 millones), las enfermedades respiratorias (3,9 millones) y la diabetes (1,6 millones), a nivel mundial (12). En este sentido, vale la pena indagar más sobre los efectos terapéuticos de sustancias como la cafeína, la cual ha demostrado tener un impacto positivo en condiciones metabólicas derivadas de hábitos alimenticios inadecuados (13). Por ejemplo, un estudio realizado en 2012 sobre dos modelos distintos de obesidad inducida por la dieta (DIO) en ratas, consistió en proporcionar dieta alta en grasa a través de cebo de res y sacarosa. Se concluyó que la ingesta de cafeína a largo plazo previno el desarrollo de resistencia a la insulina y la hipertensión. De forma específica, la cafeína disminuyó el aumento del peso corporal y adiposidad visceral observada en ratas alimentadas con una dieta alta en grasas (14). De manera similar, en otro estudio se abordó el consumo crónico de cafeína frente a un modelo de dieta alta en grasa y alta en carbohidratos que indujo síntomas de SM. Se reportó una mejora en la tolerancia a la glucosa y sensibilidad a la insulina, anomalías cardiovasculares y hepáticas atenuadas, así como una disminución del peso corporal y grasa abdominal (15).

Los modelos DIO, dietas altas en grasas y en carbohidratos, ocasionan variedad de alteraciones metabólicas a través del tiempo, que predisponen al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y diabetes. Una de las características de la dieta occidental actual es el fácil acceso a toda variedad de alimentos entre ellos los ultra-procesados, altos en grasas saturadas y altos en azúcares refinados, es decir, la dieta actual se distingue por ser sabrosa y densa en calorías. La dieta de cafetería es una dieta reconocida como modelo inductor de síntomas de SM y OB en ratas, esta dieta es el modelo más cercano adaptado a la dieta occidental en humanos dotando de las mismas características y consecuencias de su consumo a los roedores (16,17). La dieta de cafetería permite a los roedores consumir alimentos con diversos sabores, texturas y diferente composición nutricional, en esencia, alimentos altamente palatables e hipercalóricos que provocan hiperfagia, tal como ocurre en humanos (18).

Esta investigación se propuso analizar los efectos de la administración crónica de cafeína en ratas alimentadas con dieta de cafetería, debido a la poca evidencia encontrada de tal sustancia respecto a una dieta con características propias de la dieta occidental. De forma específica, se buscó evaluar índices de consumo, antropométricos y bioquímicos.

## Material y métodos

### Animales

Se utilizaron veinticuatro ratas macho adultas experimentalmente ingenuas de la cepa Wistar (8-9 semanas de edad) con un peso promedio de 300-320 g al inicio del experimento, provenientes del Bioterio del Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición (IICAN). El proyecto fue avalado por el Comité de Ética del Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento, de la Universidad de Guadalajara (CUCBA/CEIC/CE/004/2020).

### Cafeína

37.5 mg/kg de peso corporal de cafeína fue la dosis utilizada (19). La sustancia se utilizó de grado alimenticio (SHQ Suministros Herbolarios y Químicos, Estado de México) y se administró en un volumen de vehículo de 1ml, disuelta en solución salina (Solución Ht pisa®), al 9% por vía IP cada 24 hrs (19). Cinco días previos al experimento se manipuló a los roedores simulando la técnica de sujeción para la administración de cafeína, con el fin de habituarlos al procedimiento y reducir el estrés (20).

### Dieta estándar

Modelo Nutricubos, fórmula diseñada para minimizar las variaciones de los estudios en roedores a largo plazo, proporcionando los nutrientes necesarios para el mantenimiento de los roedores (21). Composición: grasa (combinación de pasta de oleaginosas, aceite vegetal y lecitina de soya) 3%, proteínas (harina de pescado, alfalfa deshidratada, cascara de soya) 23% y carbohidratos (trigo,

maíz, arroz, melaza de caña de azúcar) 74%. Aporte energético: 3,36 kcal/g.

### Dieta de cafetería

La dieta se componía de dos partes, la primera; mezcla de cuatro alimentos misceláneos, es decir, productos encontrados en los supermercados con características de ultra-procesados, segunda; en menor proporción Nutricubos para roedores. Los alimentos misceláneos seleccionados para la dieta se adaptaron a los utilizados previamente en un estudio con ajustes en las proporciones (22). Alimentos misceláneos: crema de cacahuete, leche condensada, cacahuete estilo japonés y galletas sabor mantequilla. Composición de la dieta: grasa 50,19%, proteínas 11,7% y carbohidratos 38,59%. Aporte energético: 4,65 kcal/g. En la tabla 1 se desglosa la composición nutricional de los componentes de la dieta de cafetería.

Preparación de dieta de cafetería. 100 g de mezcla de misceláneos: 30 g de crema de cacahuete, 26 g de leche condensada, 24 g de cacahuates estilo japonés y 20 g de galletas sabor mantequilla (23). Dichos alimentos se pesaron en báscula digital con pantalla LCD para cocina (acero inoxidable, EK3211, Amazon Basics), los ingredientes sólidos se procesaron por separado y posteriormente se homogenizaron junto con los ingredientes semilíquidos hasta formar una masa (24). Finalmente, la masa se pasó a moldes de silicón con espacios rectangulares para formar gránulos o croquetas de aproximadamente 18 g, se cubrió con

Tabla 1. Composición nutricional de la dieta de cafetería

Alimentos/nutrientes	Cacahuates japoneses	Galletas crackets	Crema de cacahuete	Leche condensada	Dieta estándar
Kcal totales	5,023	4,766	5,562	3,225	3,36
Grasa total (g)	0,261	0,233	0,437	0,077	0,011
CHOS totales (g)	0,452	0,6	0,218	0,57	0,6216
Proteína (g)	0,214	0,066	0,187	0,06	0,193
Fibra dietética (g)	0	0,018	0	-	0,037
Azúcar (g)	0,095	0,1	0,156	0,57	-
Grasa saturada (g)	0,035	0,1	0,078	0,057	-
Colesterol (mg)	0	0	0,27	0	-
Sodio (mg)	2,35	0,009	0,5	0	-

Tabla 2. Composición de la dieta estándar VS dieta de cafetería

	Dieta estándar	Dieta de cafetería
Marca	Purina®	Misceláneos + Purina®
Modelo	Nutricubos	4 misceláneos+DS
		Grasa
%	3%	50,19%
Fuentes	Mezcla de pasta de oleaginosas, aceite vegetal y lecitina de soya	Crema de cacahuete, cacahuete tipo japonés, galleta crickets,
		Proteína
%	23%	11,7%
Fuentes	Harina de pescado, alfalfa deshidratada, cascara de soya	Crema de cacahuete, cacahuete tipo japonés
		Carbohidratos
%	74%	38,59%
Fuentes	Trigo, maíz, arroz, melaza de caña de azúcar	Leche condensada, galleta crickets, cacahuete tipo japonés

plástico el molde y se refrigeraron 6 horas o hasta proveerla al roedor. En la tabla 2 se realiza una comparación nutricional de los componentes de la dieta estándar vs la dieta de cafetería.

#### Diseño experimental

La muestra de 24 machos Wistar se distribuyó bajo el método matched group design de acuerdo con el peso corporal en cuatro grupos de seis ratas cada uno. Las ratas estaban alojadas en jaulas de plástico a una temperatura ( $24 \pm 2$  ° C), con 55% de humedad, en ciclo de luz de 12 h/oscuridad 12 h (luces encendidas a las 08:00 h). A todas las ratas se les permitió el libre acceso a la dieta y agua antes de comenzar la fase experimental.

#### Grupos

Caff/DC: Grupo experimental, 37,5 mg/kg cafeína vía IP + dieta de cafetería *ad libitum*

Caff/DS: Grupo experimental, 37,5 mg/kg cafeína vía IP + dieta estándar *ad libitum*

DC: Grupo control, solución salina al 0,9% vía IP + dieta de cafetería *ad libitum*

DS: Grupo control, solución salina al 0,9% vía IP + dieta estándar *ad libitum*

Transcurridas ocho semanas de exposición a la suplementación de cafeína y dieta respectiva, los roedores fueron sacrificados tras 12 horas de ayuno. Las ratas fueron sacrificadas rápidamente por decapitación bajo una breve narcosis de CO<sub>2</sub> (Grupo INFRA®; Estado de México, México); inmediatamente se tomó la muestra de sangre mediante gravedad. Enseguida los sujetos fueron colocados en una mesa de disección para la extracción y pesaje del tejido adiposo.

*Determinación de la ingesta de alimento (IA), porcentaje de ganancia de peso corporal (% GPC) y relación de eficiencia alimenticia (REA).*

La ingesta de alimento, así como el consumo de agua se registró cada 24 horas por la mañana. El alimento restante se midió con una báscula de precisión, la dieta de cafetería cada vez se reemplazó por la mezcla de alimentos frescos.

La determinación del porcentaje de ganancia de peso corporal (% GPC) se calculó al final del período experimental, así como el índice de eficiencia alimentaria (REA), según el método de Chapman (23). Utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Aumento de peso corporal (\% GPC)} = \frac{\text{Peso corporal final} - \text{Peso corporal inicial}}{\text{Peso corporal inicial}} \times 100$$

El índice de eficiencia alimenticia se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Relación de eficiencia alimenticia (REA)} = \frac{\text{Aumento de peso corporal (g)}}{\text{Alimento consumido (g)}}$$

*Circunferencia abdominal (CA), índice de masa corporal (IMC), tejido adiposo e índice de adiposidad (%)*

Semanalmente, adicional al peso corporal, se midió la circunferencia abdominal y la longitud cráneo caudal con apoyo de una cinta métrica con precisión de 0.1 cm.

El índice de masa corporal se calculó con la siguiente fórmula (25):

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso (g)}}{\text{Longitud (cm)}^2}$$

El tejido adiposo total se calculó con la suma de los pesos del tejido adiposo subcutáneo, visceral y epididimal tras su disección y extracción.

El índice de adiposidad (%) se calculó con la fórmula:

$$(\text{tejido adiposo total/peso corporal final}) \times 100$$

*Glucosa capilar y prueba de tolerancia a la glucosa (GTT)*

La glucosa capilar se midió una vez a la semana luego de dos horas de ayuno (26), para ello se empleó un Glucómetro digital One Touch Ultra® (Provincia de Buenos Aires, Argentina), tiras reactivas y lancetas. La prueba de tolerancia a la glucosa se realizó al finalizar las ocho semanas de exposición. Las ratas fueron privadas de alimento por 12 hrs, permitiendo solamente el acceso a agua purificada. De la cola se tomó la glucosa basal y enseguida se administró una dosis de glucosa IP de 1 g/kg de peso corporal, mediante una solución preparada al 45% de glucosa (27). Las mediciones de glucosa en sangre se hicieron a los 30, 60, 90 y 120 minutos después de la administración de glucosa. El área bajo la curva se calculó tomando el eje x como base.

*Pruebas bioquímicas*

Durante el sacrificio se recolectó la muestra sanguínea en tubos de vacío KIMA Vacutest® y se incubó a 37°C durante 30 min. Posteriormente fue centrifugada por 10 min a 2500 rpm en un equipo Science Med modelo DM0412S. Enseguida se llevaron a cabo los análisis a través de la técnica

de química seca (VITROS® 250 Ortho-Clinical Diagnostics) con apoyo de un equipo analizador automático y kits Micro Slides (VITROS®) específicos para cada parámetro (colesterol total, triglicéridos y fracciones de lipoproteínas); los mismos se realizaron en un laboratorio de análisis especializado.

El índice de riesgo aterogénico (%) se calculó a partir de los niveles de colesterol total y la fracción HDL, de acuerdo con la siguiente fórmula: IRA (%) = CT- HDL/ HDL.

*Análisis estadístico*

Los resultados se expresan como la media ± desviación estándar (DE) y se evaluaron estadísticamente por análisis de varianza unidireccional (ANOVA) y la prueba post hoc de Tukey-B. Las diferencias se consideraron significativas con un valor de  $p < 0,05$ . El análisis estadístico se realizó con el paquete de datos estadísticos SPSS 23,0 (IBM, Estados Unidos).

## Resultados

*Parámetros de consumo*

La ingesta de alimento promedio medido en gramos mostró diferencias significativas de acuerdo a la prueba *post hoc*, entre los sujetos experimentales Caff/DC (media 14,6496) y Caff/DS (media 19,9361), así como entre los grupos controles DC (media 14,7594) y DS (media 20,1405) (tabla 3). No obstante, en la figura 1(a) se ilustra el consumo en calorías donde en la semana uno la prueba Tukey-B arrojó diferencias significativas entre el grupo DC (media 88,7541) y el resto de los grupos con valores de medias inferiores. En cuanto al consumo de agua, en las semanas 4 ( $p < 0,015$ ), 6 ( $p < 0,013$ ) y 8 ( $p < 0,05$ ) se reportaron diferencias estadísticas, con un consumo menor en el grupo control alimentado con dieta de cafetería frente a los grupos experimental Caff/DS y control DS.

*Parámetros antropométricos*

No se encontró significancia entre los resultados de los grupos para el índice de masa corporal, porcentaje de ganancia de peso y la eficiencia alimentaria, sin

Tabla 3. Parámetros de consumo y antropométricos

	CAFF/DC	CAFF/DS	DC	DS
Ing A(g)	14,7 ± 1,5 <sup>a</sup>	19,9 ± 1,5 <sup>b</sup>	14,7 ± 1,3 <sup>a</sup>	20,2 ± 1,7 <sup>b</sup>
Agua (g)	28,08 ± 5,9 <sup>a</sup>	34,45 ± 4,3 <sup>a</sup>	26,57 ± 9,01 <sup>a</sup>	32,97 ± 2,48 <sup>a</sup>
IMC (g/cm <sup>2</sup> )	0,71 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,65 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,69 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,67 ± 0,05 <sup>a</sup>
% GPC	17,9 ± 7,3 <sup>a</sup>	7,3 ± 17,4 <sup>a</sup>	22,5 ± 9,9 <sup>a</sup>	17,9 ± 9,1 <sup>a</sup>
REA	0,068 ± 0,023 <sup>a</sup>	0,026 ± 0,068 <sup>a</sup>	0,064 ± 0,025 <sup>a</sup>	0,049 ± 0,021 <sup>a</sup>
Peso final (g)	369,83 ± 32,03 <sup>a</sup>	334,15 ± 45,84 <sup>a</sup>	384,5 ± 47,56 <sup>a</sup>	369,99 ± 28,91 <sup>a</sup>
CA (cm)	16,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	15,2 ± 1,2 <sup>a</sup>	16,9 ± 1,5 <sup>a</sup>	16,8 ± 0,9 <sup>a</sup>
LCC (cm)	22,9 ± 0,6 <sup>a</sup>	22,6 ± 0,5 <sup>a</sup>	23,5 ± 0,5 <sup>a</sup>	23,4 ± 0,7 <sup>a</sup>
Tejido adiposo total (g)	24,78 ± 7,4 <sup>ab</sup>	12,33 ± 4,6 <sup>a</sup>	32,0 ± 15,6 <sup>b</sup>	21,96 ± 6,8 <sup>ab</sup>
Índice de adiposidad (%)	6,6 ± 1,7 <sup>ab</sup>	3,8 ± 1,5 <sup>a</sup>	8,1 ± 3,2 <sup>b</sup>	6,0 ± 2,0 <sup>ab</sup>

Ing A (g)= ingesta de alimento: dieta estándar o dieta de cafetería según el grupo; IMC= índice de masa corporal; % GPC= % de ganancia de peso corporal; REA= relación de eficiencia alimenticia; CA= circunferencia abdominal; LCC= longitud cráneo-caudal final. Las medias dentro de una fila seguidas de letras diferentes (a-b) indican diferencia significativa (p <0.05) según el análisis ANOVA y la prueba *post hoc* de Tukey-b.

embargo, en la tabla 3 se observa que los grupos con tratamiento de cafeína reflejaron menor porcentaje de ganancia de peso final respecto a los grupos controles. Debido al peso corporal y la circunferencia abdominal semanal, la prueba ANOVA sugirió diferencias significativas entre los grupos en la semana tres (p<0,046 en el peso corporal y p<0,033 en la circunferencia abdominal). Al analizar el peso corporal final, el grupo CAFF/DS resultó ser estadísticamente inferior al resto de los grupos. Con relación a la evaluación de la longitud cráneo-caudal tras las ocho semanas del experimento también hubo diferencia estadística entre los grupos p<0,028.

El análisis semanal de ganancia de peso reflejó que los grupos experimentales Caff/DC y Caff/DS tuvieron un descenso de peso corporal luego de una semana de haber iniciado el experimento tal como se observa en la figura 1(b), sin embargo, a lo largo de la segunda semana se observó una recuperación, superando el peso corporal inicial. De forma contraria, los sujetos controles DC y DS en el transcurso de la primera semana aumentaron de peso y durante la segunda disminuyeron. A partir de la semana cinco ninguno de los grupos reportó importantes cambios en el peso corporal.

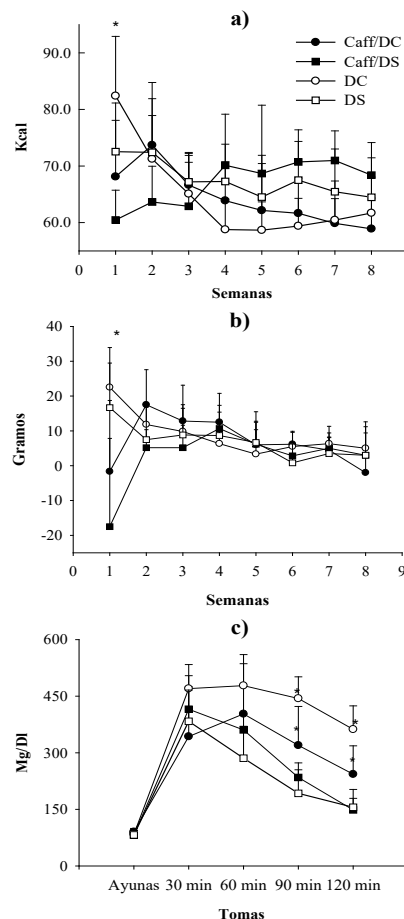


Figura 1. Consumo calórico(a), ganancia de peso (b) y prueba de tolerancia a la glucosa(c).

Tabla 4. Parámetros bioquímicos.

	CAFF/DC	CAFF/DS	DC	DS
G-PP	108,3±12,6a	98,5±11,7 <sup>a</sup>	128,8±9 <sup>b</sup>	114,8±12,8 <sup>ab</sup>
GTT basal	90,3±9,1a	81,8±11,1 <sup>a</sup>	89,5±4,4 <sup>a</sup>	82,8±8,5 <sup>a</sup>
GTT 30 min	343,2±161,2a	415,5±59,5 <sup>a</sup>	435,7±98,1 <sup>a</sup>	383,5±82,8 <sup>a</sup>
GTT 60 min	403,0±5,2a	360,5±42,1 <sup>a</sup>	432,2±104,0 <sup>a</sup>	285,7±84,5 <sup>a</sup>
GTT 90 min	319,7±103,0ab	234,5±38,7 <sup>a</sup>	380,3±121 <sup>b</sup>	192,5±62,4 <sup>a</sup>
GTT 120 MIN	243,2±75,3ab	148,5±30,7 <sup>a</sup>	309,3±115 <sup>b</sup>	155,5±47,3 <sup>a</sup>
GLUCOSA	98,3±17,9a	96,7±18,9 <sup>a</sup>	110,17±10,34 <sup>a</sup>	101,4±20,1 <sup>a</sup>
Colesterol total	62,0±11,6a	51,2±1,9 <sup>a</sup>	58,3±7,6 <sup>a</sup>	55,3±7,1 <sup>a</sup>
C-HDL	45,0±9,3a	42,7±2,5 <sup>a</sup>	42,0±7,8 <sup>a</sup>	44,7±5,5 <sup>a</sup>
C-VLDL	14,6±4,8a	10,4±4,8 <sup>a</sup>	18,3±6,3 <sup>a</sup>	11,6±3,4 <sup>a</sup>
Triglicéridos	73,2±23,8a	52,2±23,8 <sup>a</sup>	91,7±15,2 <sup>a</sup>	58,0±16,8 <sup>a</sup>
Índice aterogénico	0,38±0,09a	0,20±0,05 <sup>b</sup>	0,39±0,13 <sup>a</sup>	0,23±0,03 <sup>b</sup>

G-PP= glucosa postprandial; GTT= test de tolerancia a la glucosa; C-HDL= colesterol de alta densidad; C-VLDL= colesterol de muy baja densidad. Las medias dentro de una fila seguidas de letras diferentes (a-b) indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) según el análisis ANOVA y la prueba *post hoc* de Tukey-b.

### Parámetros bioquímicos

La glucosa postprandial promedio fue estadísticamente distinta entre el grupo control DC y los dos grupos experimentales Caff/DC y Caff/DS, los cuales reportaron este parámetro en niveles inferiores (tabla 4). Sin embargo, no se alcanzaron diferencias significativas entre los grupos respecto a la glucosa basal y glucosa a los 30 y 60 minutos en la prueba de tolerancia a la glucosa figura 1(c). Alusivo a las mediciones hechas a los 90 y 120 minutos es posible observar una diferencia estadística entre los roedores del grupo DC respecto a los grupos DS y CAFF/DS.

Entre los niveles de colesterol total, sus fracciones y los niveles de triglicéridos no existieron diferencias significativas entre grupos; no obstante, los grupos expuestos a dieta de cafetería presentaron los niveles más altos. El índice aterogénico fue significativamente menor ( $p < 0,05$ ) en los grupos sin exposición a la dieta de cafetería.

Respecto el tejido adiposo total e índice de adiposidad, se identificaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las medias de los sujetos de los grupos DC y Caff/DS.

### Discusión

La cafeína es una sustancia que se encuentra al alcance de todos en diferentes bebidas y es altamente consumida alrededor del mundo(28). En esta investigación fue de interés indagar en los efectos de la cafeína combinados con un modelo dietético específico, el cual, a grandes rasgos causa síntomas de SM relacionados con DM2, OB y enfermedad cardiovascular, padecimientos que comprometen cada vez más los sistemas de salud a nivel mundial (29). El objetivo fue evaluar parámetros biológicos y conductuales en roedores alimentados con un modelo de dieta de cafetería mientras se les administraba de forma crónica cafeína.

Al finalizar los dos meses de experimentación, los roedores intervenidos con cafeína, independientemente de la dieta, mostraron una longitud menor en comparación con sus controles. Respecto a la dieta de cafetería elaborada con alimentos misceláneos para los sujetos controles,

esta tuvo consecuencias a nivel bioquímico con alteración en la glucosa postprandial, intolerancia a la glucosa a los 90 y 120 minutos de acuerdo al área bajo la curva de la prueba, así como cifras elevadas en las lipoproteínas VLDL y triglicéridos. Los síntomas asociados al SM causados al grupo control DC confirman la efectividad de la implementación del modelo DIO tras un periodo de ocho semanas. Otros estudios refieren adicionalmente anomalías en la glucosa plasmática, presión arterial sistólica, respuesta disminuida a la insulina y enfermedad hepática no alcohólica, luego de 13 semanas o más de implementar dietas altas en grasas y/o carbohidratos (27). Será necesario investigar los resultados de incluir la dieta de cafetería utilizada en este experimento durante un tiempo más prolongado, además de evaluar otras variables tales como presión arterial, resistencia a la insulina y daño hepático. Los grupos DC y Caff/DC también consumieron una menor cantidad de agua a partir de la segunda mitad del experimento, situación ya observada en modelos dietéticos alterados en grasas y carbohidratos (15). Los grupos Caff/DS y Caff/DC no mostraron diferencias en el promedio de ingesta energética a lo largo del experimento, de manera similar a lo observado en los antecedentes (30-31), por esa razón, se concluye que la cafeína no modificó los patrones de consumo y probablemente por ello no se reflejaron cambios antropométricos importantes (IMC, ganancia de peso, peso final y eficiencia alimentaria). Los efectos de la cafeína sobre la dieta de cafetería en este caso se observaron a nivel metabólico con glucosas postprandiales inferiores en los grupos Caff/DC y Caff/DS, de esta manera suponemos que los roedores Caff/DC no alteraron sus niveles de glucosa gracias a la administración de cafeína a pesar de llevar una dieta inadecuada, coincidiendo con resultados anteriores (15).

Al analizar semanalmente los resultados del experimento, se observó que a los siete días la cafeína generó un descenso del peso corporal en los sujetos con dicho tratamiento. No obstante, es interesante señalar que tal patrón se modificó tras unos días, puesto que la principal ganancia de peso corporal ocurrió durante la segunda semana en

especial para el grupo Caff/DC, posteriormente se mantuvo poca variabilidad en el peso de los grupos hasta finalizar el experimento. El mismo comportamiento se observó en la ingesta energética. Las circunstancias anteriores demuestran que la administración de cafeína “aguda”, es decir al cabo de siete días, sin importar el tipo de dieta, ocasiona un descenso en el peso corporal y en el consumo de alimento, tal como se evidencia en otros estudios(30). En el presente trabajo, la administración crónica de cafeína a la par de una dieta de cafetería no manifestó modificaciones relevantes en el peso y la ingesta luego de dos meses. En algunos estudios se menciona que la autorregulación ejercida en la rata que le permite permanecer constante en el consumo de alimentos subsecuente a las primeras semanas de cambiar la dieta, hace parte de los complejos mecanismos de control homeostáticos propios de los roedores (32-33). Por otro lado, existen autores cuyos trabajos dieron como resultado que el efecto de la cafeína previno el aumento de peso corporal, mejoró los parámetros de las lipoproteínas así como removió almohadillas de grasa, en los roedores alimentados con dietas no adecuadas en macronutrientes, sin embargo, en estos casos será necesario considerar las dosis, vías y modos de administración, así como el periodo de intervención con la sustancia (20, 34).

La dosis de cafeína utilizada en este trabajo se eligió a partir de evidencia publicada que demostró ser la dosis media efectiva en roedores con alteraciones en indicadores de la glucosa. 37,5 mg de cafeína/kg de peso corporal en ratas, que equivale a un consumo de 6mg de cafeína por kg de peso en humanos, es decir, un consumo de ~ 400 mg de cafeína por día o aproximadamente de 3 o 4 tazas de café al día (19). Un tema relevante de tomar en cuenta es la posible resistencia a la cafeína, por lo que se debe buscar conocer profundamente los mecanismos de acción para alargar los posibles efectos benéficos en condiciones como el síndrome metabólico.

### **Conclusiones**

En este estudio se trabajó con un modelo de dieta diseñado a partir de alimentos procesados y densamente calóricos, consumidos por la población occidental que tienen consecuencias negativas a la salud. Dicha dieta de cafetería se combinó con la administración crónica de cafeína. Se concluye que la cafeína permitió proteger los niveles de glucosa postprandial al término del experimento y un

descenso en el peso corporal y consumo de alimento solo en la primera semana. Sin embargo, no se observaron mejoras significativas en el perfil de lípidos, adiposidad, tolerancia a la glucosa y glucosa plasmática.

### Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por el Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición, Centro Universitario de Sur, Universidad de Guadalajara.

### Conflictos de intereses:

Todos los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Referencias

1. Nehlig A. Interindividual Differences in Caffeine Metabolism and Factors Driving Caffeine Consumption. *Pharmacol Rev.* 2018;70: 384-411.
2. Clark KS, Coleman C, Shelton R, Heemstra LA, Novak, CM. Caffeine enhances activity thermogenesis and energy expenditure in rats. *Clin Exp. Pharmacol Physiol.* 2019;46: 475-482.
3. Glade MJ. Caffeine-Not just a stimulant. *Nutrition.* 2010;26: 932-938.
4. Metro D, Cernaro V, Santoro D, Papa M, Buemi M, Benvenga S, et al. Beneficial effects of oral pure caffeine on oxidative stress. *J. Clin. Transl. Endocrinol*2017;10: 22-27.
5. Caffeine for the Sustainment of Mental Task Performance: Formulations for Military Operations. *Nutr Today.* 2002;37: 26-27.
6. Che B, Wang L, Zhang Z, Zhang Y, Deng Y. Distribution and accumulation of caffeine in rat tissues and its inhibition on semicarbazide-sensitive amine oxidase. *Neurotoxicology.* 2012;33: 1248-1253.
7. Zheng X, Takatsu S, Wang H, Hasegawa H. Acute intraperitoneal injection of caffeine improves endurance exercise performance in association with increasing brain dopamine release during exercise. *Pharmacol Biochem Behav.* 2014;122: 136-143.
8. McIntosh VJ, Lasley RD. Adenosine receptor-mediated cardioprotection: Are all 4 subtypes required or redundant? *J Cardiovasc Pharmacol Ther.* 2012;17: 21-33.
9. Gharibi B, Abraham AA, Ham, J, Evans B AJ. Contrasting effects of A1 and A2b adenosine receptors on adipogenesis. *Int J Obes (Lond).*2012;36(3): 397-406.
10. González RG, Hernández AD, Portillo JAS. Visión panorámica de las enfermedades crónico-degenerativas. *Rev. Int. de Acupunt.* 2015;9: 57-69.
11. Alegría Ezquerro E, Castellano Vázquez JM, Alegría Barrero A. Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: Implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61: 752-764.
12. Enfermedades no transmisibles-OPS/OMS/Organización Panamericana de la Salud. (s. f.).
13. Wierzejska R. [Caffeine-Common ingredient in a diet and its influence on human health]. *RoczPanstwZaklHig.* 2012;63: 141-147.
14. Conde SV, Nunes da Silva T, Gonzalez C, Mota Carmo M, Monteiro EC, Guarino MP. Chronic caffeine intake decreases circulating catecholamines and prevents diet-induced insulin resistance and hypertension in rats. *Br. J. Nutr.*2012;107: 86-95.
15. Panchal SK, WongW-Y, KauterK, WardLC, BrownL. Caffeine attenuates metabolic syndrome in diet-induced obese rats. *Nutrition.* 2012; 28: 1055-1062.
16. Johnson AR, Wilkerson MD, Sampey BP, Troester MA, Hayes DN, Makowski L. Cafeteria diet-induced obesity causes oxidative damage in white adipose. *Biochem. Biophys Res Commun.* 2016;473: 545-550.
17. Gomez-Smith M, Karthikeyan S, Jeffers MS, Janik R, Thomason LA, Stefanovic B, Corbett D. A physiological characterization of the cafeteria diet model of metabolic syndrome in the rat. *Physiol. Behav.*2016;167: 382-391.
18. Speakman J, Hambly C, Mitchell S, Król, E. The contribution of animal models to the study of obesity. *Lab. Anim.* 2016;42: 413-432.
19. Urzúa Z, Trujillo X, Huerta M, Trujillo-Hernández B, Ríos-Silva M, Onetti C, Ortiz-Mesina M, et al. Effects of chronic caffeine administration on blood glucose levels and on glucose tolerance in healthy and diabetic rats. *J. Int. Med. Res* 2012;40: 2220-2230.
20. Moy GA, Mc Nay EC. Caffeine prevents weight gain and cognitive impairment caused by a high-fat diet while elevating hippocampal BDNF. *Physiol Behav.* 2013; 109: 69-74.
21. Fuentes Paredes F de M, Mendoza Yanavilca RA, Rosales Fernández AL, Cisneros Tarmeño RA, Instituto Nacional de Salud (Perú). Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: Ratón. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. 2008.
22. Higa TS, Spinola AV, Fonseca-Alaniz MH, Evangelista FS. Comparison between cafeteria and high-fat diets in the induction of metabolic dysfunction in mice. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol.* 2014;6(1):47-54.
23. Chapman DG, Castillo R, Campbell JA. Evaluation of protein in foods: 1-A Method for the determination of protein efficiency ratio. *Can. J. Biochem Physiol.* 1959;37: 679-86.
24. Higa TS, Spinola AV, Fonseca-Alaniz MH, Evangelista, F. S. A. Comparison between cafeteria and high-fat diets in the induction of metabolic

- dysfunction in mice. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol.* 2014;6: 47-54.
25. Paredes JL, Moreno EA, Premoli G, Alarcón M, Lugo de Yarbuh A, Villarreal J, et al. Efectos de la ingestión de una dieta con alto contenido en grasas en ratas *Wistar* crónicamente infectadas con *Trypanosoma Cruzi*. *Kasmera.* 2009;37: 74-89.
  26. Tofovic SP, Salah EM, Jackson EK, Melhem M. Early Renal Injury Induced by Caffeine Consumption in Obese, Diabetic ZSF1 Rats. *RenFail.* 2007;29: 891-902.
  27. Sampey BP, Vanhoose AM, Winfield HM, Freerman AJ, Muehlbauer MJ, Fueger PT, et al. Cafeteria diet is a robust model of human metabolic syndrome with liver and adipose inflammation: Comparison to high-fat diet. *Obesity (Silver Spring).*2011;19: 1109-1117.
  28. Heckman MA, Weil J, Gonzalez de Mejia E. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: A comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *J. Food Sci.* 2010;75: R77-87.
  29. Hernández I. Obesidad y salud pública. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2004;51: 35-36.
  30. Sweeney P, Levack R, Watters J, Xu Z, Yang Y. Caffeine increases food intake while reducing anxiety-related behaviors. *Appetite* 2016;101: 171-177.
  31. Pettenuzzo LF, Noschang C, von PozzerToigo E, Fachin A, Vendite D, Dalmaz C. Effects of chronic administration of caffeine and stress on feeding behavior of rats. *Physiol. Behav*2008;95: 295-301.
  32. Wynne CDL, Staddon JER. *Models of action: mechanisms for adaptive behavior.* Psychology Press; 1998.
  33. Bolles RC, *Teoría de la motivación.* Trillas editorial; 2006.
  34. Zapata FJ, Rebollo-Hernanz M, Novakofski JE, Nakamura MT, Gonzalez de Mejia E. Caffeine, but not other phytochemicals, in mate tea (*Ilex paraguariensis* St. Hilaire) attenuates high-fat-high-sucrose-diet-driven lipogenesis and body fat accumulation. *J. Funct Foods.*2020;103646.

Recibido: 14/06/2021  
Aceptado: 10/12/2021

## INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

Archivos Latinoamericanos de Nutrición, es la revista oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) que se publica desde el año 1966, cuando el Instituto Nacional de Nutrición (INN) transfiere a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición la revista Archivos Venezolanos de Nutrición que era publicada por el INN desde 1950.

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

La revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición tiene una frecuencia de publicación trimestral, cuatro números al año, en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre, respectivamente, en los idiomas español, inglés y portugués. Los artículos originales no deben estar en consideración simultánea en otra publicación y no deben infringir los derechos de propiedad intelectual de ninguna persona, grupo de investigación u organización. Toda la información publicada previamente por los propios autores, personas, grupos o entidades debe citarse en el artículo propuesto.

### Proceso de revisión por pares:

Una vez que el manuscrito se recibe, al autor responsable de la correspondencia se le notifica la recepción. El comité editorial en un plazo de dos semanas revisará el manuscrito para determinar la pertinencia del tema y si cumple con las normas para publicar en la revista. Si el artículo cumple con lo establecido en las normas, comenzará el proceso de arbitraje externo. En el caso contrario, será rechazado o puede ser devuelto por deficiencias de

forma que el autor puede corregir antes de iniciar el arbitraje externo.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo, en el cual son sometidos a revisión en modalidad de doble ciego (*double blind peer review*) por al menos dos pares de evaluadores, especializados en el área de trabajo y con amplia trayectoria en investigación y de publicación referidas a los temas del manuscrito.

A los autores se les solicita no cometer plagio, definido este como apropiación de textos de otros autores/as sin su consentimiento y sin citar la fuente de los mismos, aun si el permiso hubiere sido expreso por parte de estos últimos autores. Asimismo, se comprometen a no incluir en los textos postulados otros textos ya creados por ellos mismos, evitando que exista más de un 20% de coincidencia entre un texto previo y el postulado.

Cualquier violación de tipo ética relacionada con el manuscrito, será resuelta utilizando los protocolos establecidos por el Comité Internacional de Ética en la Publicación Científica (COPE) [[http://publicationethics.org/files/All\\_Flowcharts\\_Spanish\\_0.pdf](http://publicationethics.org/files/All_Flowcharts_Spanish_0.pdf)]. Los editores comprueban cada artículo con un software antiplagio y, si se detecta, el trabajo es rechazado. El software que se utiliza para esta revisión es Similarity Check [<https://www.crossref.org/services/similarity-check/>] de Crossref. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados. No se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados.

La revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición, se adhiere a las recomendaciones para los manuscritos que se publican en el área biomédica del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE por sus siglas en inglés), que deben cumplir *todos los manuscritos*. La información en detalle puede ser consultada en <http://www.icmje.org/icmje-recommendations>.

### Política de acceso abierto

La revista apoya firmemente la iniciativa de acceso abierto a su contenido, ya que al ofrecer al público un acceso libre al conocimiento, ayuda a un mayor intercambio global de saberes.

Es una revista de acceso abierto, lo que quiere decir que todo el contenido está disponible de forma gratuita a todos los usuarios y sus instituciones (sin pago para leer). Se usa la licencia Creative Commons Attribution License (CC BY-NC 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>] la cual permite que cualquier usuario pueda leer, descarga, copiar, distribuir, imprimir, buscar, ligar al texto completo de cualquiera de los artículos o cualquier otro uso lícito, sin necesidad de pedir permiso al autor, a la Sociedad o editorial, siempre que sea para uso no comercial y el trabajo original sea citado apropiadamente. Esta declaración cumple con la definición de acceso abierto del DOAJ.

### Aviso de derechos de autor

Los autores que tengan publicaciones con esta revista aceptan los términos siguientes:

Los autores conservarán sus derechos de autor y garantizarán a la revista el derecho de primera publicación de su obra, el cual estará simultáneamente sujeto a la Licencia Creative Commons Atribución- No Comercial 4.0 [<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>] que permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación. Los autores podrán adoptar otros acuerdos de licencia no exclusiva de distribución de la versión de la obra publicada (p. ej. depositarla en un repositorio institucional) siempre que se indique la publicación inicial en esta revista. Se permite y recomienda a los autores difundir su obra a través de internet (p. ej.: en archivos telemáticos institucionales o en su página web), lo cual puede producir intercambios interesantes y aumentar las citas de la obra publicada.

### Cargos por publicación

Debido a los altos costos de impresión y publicación, Archivos Latinoamericanos de Nutrición ha estipulado dentro de su política editorial, un aporte de U.S.D. \$300, que deberá ser agenciado por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Si alguno de los autores es socio activo de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición el aporte será de U.S.D. \$240. Sin embargo, este aporte no condicionará de ninguna manera la aceptación y publicación del trabajo, la cual estará dada sólo por sus méritos.

### Presentación

El envío del manuscrito es por vía electrónica al E-mail de Archivos Latinoamericanos de Nutrición: [info@alanrevista.org](mailto:info@alanrevista.org). Todo trabajo enviado se acompañará de una carta firmada por todos los autores, donde expresan su consentimiento para la publicación y señalan los datos del autor correspondiente y su respectiva dirección electrónica.

El manuscrito se escribe en Word, a doble espacio, letra Times New Roman (12 puntos), extensión máxima de 23 páginas (4500 palabras), que incluye tablas, figuras e ilustraciones, que deben estar ubicadas al final del texto. La extensión del artículo breve es de cinco páginas más dos cuadros o figuras. Todas las páginas y líneas estarán numeradas con interlineado a doble espacio incluidas tablas y figuras. El manuscrito debe escribirse en tercera persona del singular, sin comentarios a pie de página.

*Portada.* Título del manuscrito en español, inglés y/o portugués, nombres, apellidos, afiliación institucional de los autores y el número de registro ORCID de cada autor. (Si no cuenta con este identificador personal, regístrese en la página <https://orcid.org/> y pinche en “Iniciar sesión/Registrarse”). Título corto en el idioma del artículo y nombre del autor corresponsal, dirección de correo electrónico y número ORCID.

*Título.* El título del artículo debe ser corto (200 caracteres o menos), específico y describir con precisión el tema. Las abreviaturas y acrónimos no deben utilizarse. Evitar frases como “la evaluación de”, “el uso de”, “el tratamiento de” y “un informe de”, entre otras.

*Resumen y Abstract.* El resumen del artículo original debe contener las secciones: *introducción, objetivo, materiales y métodos, resultados y conclusión*, en 250 palabras. El resumen para la revisión narrativa y estudios breve no es estructurado. Tres a cinco palabras clave en español, inglés o portugués que corresponden a los descriptores en ciencias de la salud (<http://decs.bvs.br/E/homepage.htm>).

## INFORMACION PARA LOS AUTORES

El cuerpo del artículo original incluirá las secciones: 1) Introducción/antecedentes; 2) materiales y métodos; 3) resultados; 4) discusión; 5) conclusión; 6) agradecimientos, 7) declaración de conflicto de interés y 8) referencias. Los artículos de revisión y los ensayos deberán contener introducción, desarrollo del tema, discusión y conclusiones.

*Introducción / antecedentes.* Describa los antecedentes más importantes y recientes del estudio. Declare el propósito específico u objetivo de la investigación, o hipótesis probada por el estudio u observación. Cite sólo las referencias específicas

*Materiales y métodos.* Indique objetivo y diseño del estudio, lugar y fecha, criterios de selección de la población y muestra, técnicas y métodos utilizados, equipos y procedimientos. Identifique los reactivos y productos químicos, sin nombres comerciales. Describa el procesamiento estadístico de los datos. Los autores deben asegurarse, que la investigación esté de acuerdo con los principios éticos y la declaración de Helsinki revisada en 2013. Indique la evaluación y la aprobación del protocolo de investigación por el comité de ética.

*Resultados.* Presente los resultados de los análisis estadísticos. No duplique información en el texto, tablas y/o figuras, describa en lenguaje sencillo, preciso y conciso los hallazgos más importantes comprobados por el análisis estadístico. Las tablas y figuras deben ser autoexplicativas, con títulos que describan el contenido y numeradas en orden de aparición. Los números con decimales en los artículos en inglés se escriben con puntos (ej. 40.8) y en los artículos en español se escribe con comas (Ej. 40,8). Las tablas y figuras, editados en word ó excel, las imágenes y fotografías en formato tiff o jpg con una resolución no menor de 300 dpi

*Discusión.* Es apropiado que comience la discusión con un breve resumen de los principales hallazgos, y plantee las posibles explicaciones para esos hallazgos. Destaque los aspectos nuevos e importantes y contraste con otros estudios que muestren evidencias pertinentes. Indique las

limitaciones de su estudio, y explore las implicaciones de sus hallazgos para futuras investigaciones y para la práctica clínica.

*Conclusiones.* Enlace las conclusiones con los objetivos del estudio y evite afirmaciones no bien calificadas y conclusiones no bien respaldadas por los datos. Proponga nuevas hipótesis bien identificadas, cuando haya justificación para ello. No cite referencias bibliográficas.

*Agradecimientos.* Mencione la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

*Conflicto de intereses.* Los autores están obligados a garantizar que sus manuscritos reflejen los más altos estándares de integridad científica y ética. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>

*Referencias.* Un mínimo del 30 % de las referencias deben corresponder a los últimos cinco años. Las referencias deben numerarse secuencialmente en la primera aparición en texto, tablas y figuras y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Al citar una serie de números consecutivos, proporcione el primero y el último con un guión entre ellos (por ejemplo, 5-7). Al referirse a un grupo de autores en el texto, se debe citar de esta manera: Ej.” Carrera *et al*”. Las referencias citadas sólo en las leyendas de figuras o tablas deben numerarse de acuerdo con la primera mención en el texto y citarse en el texto en ese momento.

Esta revista sigue el Manual de estilo de Vancouver para referencias y citas que puede consultar en: <http://www.icmje.org>. Para cada cita, se debe proporcionar información suficiente para que el lector pueda saber en qué medio apareció el material y acceder a la información. Por favor, enumere todos los autores si hay seis o menos; para siete o más autores, enumere los tres primeros seguidos de “*et al*”.

La revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición tiene una versión impresa que se distribuye en Iberoamérica y una versión electrónica. Es una revista de acceso abierto, en efecto, el contenido está disponible de forma gratuita a todos los usuarios y sus instituciones.

## ÍNDICE DE AUTORES DEL VOLUMEN 71, 2021

### A

- Aguilar Díaz, María.** Papel de la alimentación en la respuesta a infecciones respiratorias altas en atletas de élite. 71(1): 61-78; 2021
- Álvarez Izazaga, Marsela Alejandra.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71 (1): 28-35; 2021
- Álvarez Izazaga, Marsela Alejandra.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(4): 281-289; 2021
- Amancio-dos-Santos, Angela.** Véase Elineuza da Silva, Jacqueline. 71(2): 138-148; 2021
- Amezcuá Barajas, Martha Alicia.** Véase Ramírez Serrano, Betania. 71(2): 104-113; 2021
- Anaya-Loyola, Mirian Aracely.** Véase Martínez-Bebía, Manuel. 71(2): 127-137; 2021
- Arevalo, Ana Catherine.** Véase Ramírez-Prada, Dianna Mayrene. 71(1): 5-12; 2021
- Arroyo Bote, Sebastiana.** Véase Riutord Sbert, Pere. 71(4): 261-269; 2021

### B

- Bach-Faig, Anna.** Véase Aguilar Díaz, María. 71(1): 61-78; 2021
- Banda-Ccana, Delia E.** Dieta y riesgo de enfermedades mentales en adultos peruanos, estudio transversal. 71(3): 199-207; 2021
- Baquero, Rocío A.** Véase Villena-Esponera, María Pilar. 71(1): 13-27; 2021
- Betancur Ancona, David.** Véase Gallegos Tintoré, Santiago. 71(3): 208-217; 2021
- Bojórquez-Díaz, Cecilia Ivonne.** Asociación del índice de masacorporal y relación cintura/estatura con la presión arterial como factor de riesgo metabólico en estudiantes universitarios. 71(3): 178-188; 2021
- Bonvecchio Arenas, Anabelle.** Véase Lozada-Tequeanes, Ana Lilia. 71(4): 252-260; 2021
- Bustamante-López, Alicia.** Véase Mamani-Urrutia, Victor. 71(1):36-44; 2021

### C

- Caballero Hoyos, José Ramiro.** Véase Ramírez Serrano, Betania. 71(2): 104-113; 2021
- Calizaya-Milla, Yaquelin E.** Véase Banda-Ccana, Delia E. 71(3): 199-207; 2021
- Calleja, Nazira.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(4): 281-289; 2021
- Calvo-Betancur, Víctor Daniel.** Véase Ramírez-Montaya, Daniela 71(4): 290-299; 2021
- Carrasco Quintero, María del Refugio.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(1): 28-35; 2021
- Carrasco Quintero, María del Refugio.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(4): 281-289; 2021
- Carpio Arias, Tannia Valeria.** Véase Sandoval, Verónica 71(1): 45-53; 2021
- Carpio Salas, José Gabriel.** Véase Sandoval, Verónica. 71(1): 45-53; 2021
- Castro-Robles, Alejandra Isabel.** Véase Bojórquez-Díaz, Cecilia Ivonne. 71(3): 178-188; 2021
- Cea Leiva, Fredy.** Véase Rosas Muñoz, Marcelo. 71(3): 189-198; 2021
- Céspedes Orosco, Candy Naya.** Véase Vilcanqui-Pérez, Fulgencio. 71(4): 241-251; 2021
- Chaquilla-Quilca, Guadalupe.** Véase Fulgencio Vilcanqui-Pérez. 71(4): 241-251; 2021
- Chávez Villasana, Adolfo.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(4): 281-289; 2021
- Chel Guerrero, Luis.** Véase Gallegos Tintoré, Santiago. 71(3): 208-217; 2021
- Cerda. Begoña.** Véase Ramírez-Prada, Dianna Mayrene. 71(1): 5-12; 2021
- Contreras Molotla, Felipe.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(1): 28-35; 2021
- Cordero Muñoz, Raimundo E.** Asociación entre indicadores antropométricos y dislipidemia en adolescentes y adultos jóvenes de la ciudad de Caracas. 71(2): 85-93; 2021

**Cortés-Avenidaño, Paola.** Véase Vilcanqui-Pérez, Fulgencio. 71(4): 241-251; 2021

**Cortés Sanabria, Lilia Yadira.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

## D

**Dantas, MariaInês de Souza.** Véase FonteBôa, Gabriela da Silva. 71(3): 218-227; 2021

**Delicado-Soria, Amalia.** Patrones de desayuno en estudiantes universitarios de España, Túnez y Estados Unidos. Factores antropométricos, sociodemográficos y de estilo de vida. 71(2): 114-126; 2021

**Díaz-López, Karina de Jesús.** Véase Bojórquez-Díaz, Cecilia Ivonne. 71(3): 178-188; 2021

**Dominguez-Curi, César Hugo.** Véase Mamani-Urrutia, Victor. 71(1): 36-44; 2021

**Duarte Martino, Hercia Stampini.** Véase Fonte Bôa, Gabriela da Silva. 71(3): 218-227; 2021

## E

**Elineuza da Silva, Jacqueline.** Effects of high-fat diet intake during perinatal period on reflex-ontogeny and intestinal morphometry of rat offspring. 71(2): 138-148; 2021

**Espino E., Alberto.** Véase Parada, Alejandra. 71(1): 54-60; 2021

## F

**Fisberg, Mauro.** Principales alimentos con azúcares añadidos y su variación geográfica y sociodemográfica: estudio latinoamericano de nutrición y salud (ELANS). 71(3): 164-177; 2021

**Fisberg, Regina Mara.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Franch Maggiolo, Carolina.** Comparación de las Guías Alimentarias en nueve países de las Américas. 71(2): 149-160; 2021

**FonteBôa, Gabriela da Silva.** Sorghum, germinated millet and chia cookies: development, chemical composition and sensory analysis. 71(3): 218-227; 2021

## G

**Gallegos-Tintoré, Santiago.** Actividad antioxidante y quelante de sistemas hidrocoloides mixtos formados por hidrolizados proteicos de *Phaseolus vulgaris* endurecido y goma modificada de flamboyán (*Delonix regia*). 71(3): 208-217; 2021

**García Avenidaño, Pedro.** Véase Cordero Muñoz, Raimundo E. 71(2): 85-93; 2021

**García-Guerra, Armando.** Véase Lozada-Tequeanes, Ana Lilia. 71(4): 252-260

**García-Meseguer, María José.** Véase Delicado-Soria, Amalia. 71(2): 114-126; 2021

**Giménez Blasi, Nuria.** Véase Aguilar Díaz, María. 71(1): 61-78; 2021

**Giménez-Blasi, Nuria.** Véase Martínez-Bebia, Manuel. 71(2): 127-137; 2021

**Gómez, Georgina.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Gollo, Omaira.** Véase Cordero Muñoz, Raimundo E. 71(2): 85-93; 2021

**Granja, María Alejandra.** Véase Ramírez-Prada, Dianna Mayrene. 71(1): 5-12; 2021

**Guajardo, Viviana.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Guzmán Méndez, Beatriz Eugenia.** Véase Gallegos Tintoré, Santiago. 71(3): 208-217; 2021

## H

**Hernandez Boyer, Jacqueline.** Véase Delicado-Soria, Amalia 71(2): 114-126; 2021

**Hernández de los Ríos, Diana Laura.** Véase Ruiz-Torres, Karina 71(4): 300-309; 2021

**Hernández Hirsch, Paula.** Véase Franch Maggiolo, Carolina. 71(2): 149-160; 2021

**Herrera-Cuenca, Marianella.** Véase Fisberg, Mauro 71(3): 164-177; 2021

I

**Infantes-Ruiz, Veronica H.** Véase Banda-Ccana, Delia E. 71(3): 199-207; 2021

J

**Jaramillo Flores, María Eugenia.** Véase Gallegos Tintoré, Santiago. 71(3): 208-217; 2021

**Jiménez-Monreal, Antonia María.** Véase Martínez-Bebia, Manuel 71(2): 127-137; 2021

K

**Koletzko, Berthold.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Kovalskys, Irina.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

L

**Latorre, José Antonio.** Véase Aguilar Díaz, María. 71(1): 61-78; 2021

**Latorre, José Antonio.** Véase Martínez-Bebia, José. 71(2): 127-137; 2021

**Ledesma Solano, José Ángel.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(1): 28-35; 2021

**Ledesma Solano, José Ángel.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(4): 281-289; 2021

**Lima Binoti, Mirella.** Véase Fonte Bôa, Gabriela da Silva. 71(3): 218-227; 2021

**López González, Ángel Arturo.** Véase Riutord Sbert, Pere. 71(4): 261-269; 2021

**López-Guerrero, Pamela Alejandra.** Véase Mamani-Urrutia, Víctor. 71(1): 36-44; 2021

**López-Moro, Alejandro.** Véase Martínez-Bebia, Manuel. 71(2): 127-137; 2021

**Lozada-Tequeanes, Ana Lilia.** Talla baja y sobrepeso en menores de 5 años que habitan la Sierra Tarahumara, México. 71(4): 252-260

M

**Mamani-Urrutia, Víctor.** Asociación entre percepción de consejos prácticos, mensajes educativos de las Guías Alimentarias y medios de difusión en universitarios peruanos. 71(1): 36-44; 2021

**Mariscal-Arcas, Miguel.** Véase Martínez-Bebia, Manuel. 71(2): 127-137; 2021

**Marques da Luz Neto, Laércio.** Véase Elineuza da Silva, Jacqueline. 71(2): 138-148; 2021

**Martínez-Bebia, Manuel.** Véase Aguilar Díaz, María. 71(1): 61-78; 2021

**Martínez-Bebia, Manuel.** Variedad en la calidad de la dieta en adultos españoles y mexicanos. 71(2): 127-137; 2021

**Martínez Moreno, Alma Gabriela.** Véase Ruiz-Torres, Karina. 71(4): 300-309; 2021

**Mejía-León, María Esther.** Véase Bojórquez-Díaz, Cecilia Ivonne. 71(3): 178-188; 2021

**Mejía-Rodríguez, Fabiola** Véase Lozada-Tequeanes, Ana Lilia. 71(4): 252-260; 2021

**Mendes Duarte, Fátima Ladeira.** Véase Fonte Bôa, Gabriela da Silva. 71(3): 218-227; 2021

**Mercadante Urquía, Yazareni José.** Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola. 71(4): 270-280; 2021

**Miguel Mariscal-Arcas.** Véase Aguilar Díaz, María. 71(1): 61-78; 2021

**Montalvão Andrade, Suelene da Silva.** Véase Zaranza Monteiro, Luciana. 71(2): 94-103; 2021

**Morejón Terán, Yadira Alejandra.** Véase Sandoval, Verónica. 71(1): 45-53; 2021

**Moreno Aznar, Luis A.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Moreno-Ortega, Alicia.** Véase Villena-Esponera, María Pilar. 71(1): 13-27; 2021

**Moreno-Rojas, Rafael.** Véase Villena-Esponera, María Pilar. 71(1): 13-27; 2021

N

**Neri Nobre, Luciana.** Véase Mercadante Urquía, Yazareni José. 71(4): 270-280; 2021

**Nogueira Previdelli, Ágatha.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

O

**Olea-Serrano, Fátima.** Véase Martínez-Bebia, Manuel. 71(2): 127-137; 2021

**Oliveira Silva, Esther de.** Véase Zaranza Monteiro, Luciana. 71(2): 94-103; 2021

**Oliveira Toledo, Juliana de.** Véase Zaranza Monteiro, Luciana. 71(2): 94-103; 2021

**Ortega Guzmán, Alejandra.** Véase Franch Maggiolo, Carolina. 71(2): 149-160; 2021

P

**Palate Supe, Carlos Wladimir.** Véase Sandoval, Verónica. 71 (1): 45-53; 2021

**Parada, Alejandra.** Factores que limitan la adherencia a la dieta y la calidad de vida en enfermos celíacos chilenos durante COVID-19. 71(1): 54-60; 2021

**Pareja, Rossina Gabriela.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Pemjean Contreras, Isabel.** Véase Franch Maggiolo, Carolina. 71(2): 149-160; 2021

**Pereira da Silva, Barbara.** Véase Fonte Bôa, Gabriela da Silva. 71(3): 218-227; 2021

**Pineda La Puente, Stephanie Inés.** Véase Mamani-Urrutia, Victor. 71(1): 36-44; 2021

**Pineda-Lozano, Jessica Elizabeth.** Véase Ruiz-Torre, Karina. 71(4): 300-309; 2021

Q

**Quintana-López, Víctor Alexander.** Véase Bojórquez-Díaz, Cecilia Ivonne. 71(3): 178-188; 2021

R

**Ramírez-López, Guadalupe.** Véase Ramírez Serrano, Betania. 71(2): 104-113; 2021

**Ramírez Manent, José Ignacio.** Véase Riutord Sbert, Pere. 71(4): 261-269; 2021

**Ramírez-Montoya, Daniela.** Efecto del comportamiento del peso materno en el peso del neonato. 71(4): 290-299; 2021

**Ramírez-Prada, Dianna Mayrene.** Deficiencia de vitamina D en preadolescentes sanas que viven en Colombia. 71(1): 5-12; 2021

**Ramírez Sánchez, Eric Uriel.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(1): 28-35; 2021

**Ramírez Sánchez, Eric Uriel.** Véase Roldán Amaro, José Antonio. 71(4): 281-289; 2021

**Ramírez Serrano, Betania.** Variables sociofamiliares asociadas a mayor riesgo de sobrepeso y obesidad abdominal en niños escolares de un servicio de pediatría en Colima, México. 71(2): 104-113; 2021

**Ramírez Varela, Andrea.** Véase Zaranza Monteiro, Lucia. 71(2): 94-103; 2021

**Restrepo-Mesa, Sandra L.** Véase Ramírez-Montoya, Daniela. 71(4): 290-299; 2021

**Reyes, Alvaro.** Véase Parada, Alejandra. 71(1): 54-60; 2021

**Rigotti, Attilio.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Rios-Carmenado, Ignacio De los.** Véase Villena-Esponera, María Pilar. 71(1): 13-27; 2021

**Riutord Fe, Neus.** Véase Riutord Sbert, Pere. 71(4): 261-269; 2021

**Riutord Fe, Bartomeu.** Véase Riutord Sbert, Pere. 71(4): 261-269; 2021

**Riutord Sbert, Pere.** Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers. 71(4): 261-269; 2021

**Rodríguez Bermúdez, Armando A.** Véase Cordero Muñoz, Raimundo E. 71(2): 85-93; 2021

**Rodríguez Osiac, Lorena.** Véase Franch Maggiolo, Carolina. 71(2): 149-160; 2021

**Roldán Amaro, José Antonio.** Adquisición alimentaria en la crisis de 2008 y en 2016 en hogares rurales-urbanos de México. 71(1): 28-35; 2021

**Roldan Amaro, José Antonio.** Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia. 71(4): 281-289; 2021

**Rosas Muñoz, Marcelo.** Asociación de la presión arterial con adiposidad y actividad física en escolares y adolescentes de la Araucanía en Chile. 71(3): 189-198; 2021

**Ruíz-Torres, Karina.** Administración crónica de cafeína evita la alteración de la glucosa postprandial en ratas. 71(4): 300-309; 2021

## S

**Sales, Cristiane Hermes.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

**Saintila, Jacksaint.** Véase Banda-Ccana, Delia E. 71(3): 199-207; 2021

**Salazar, Bettsy.** Véase Urzúa, Katherine. 71(3): 228-235; 2021

**Sandoval, Verónica.** Anthropometry, dietetic habits and sleepiness in Ecuadorian adults. 71(1): 45-53; 2021

**Santibañez, Helga.** Véase Parada, Alejandra. 71(1): 54-60; 2021

**Sarmiento Casavilca, Víctor Hugo.** Véase Vilcanqui-Pérez, Fulgencio. 71(4): 241-251; 2021

**Serrano Urrea, Ramón.** Véase Delicado-Soria, Amalia. 71(2): 114-126; 2021

**Silva de Seixas Maia, Luciana Maria.** Véase Elineuza da Silva, Jacqueline. 71(2): 138-148; 2021

**Soares de Oliveira, Divina Marcia.** Véase Zaranza Monteiro, Luciana. 71(2): 94-103; 2021

**Souza Silva, Ana Carolina.** Véase Mercadante Urquía, Yazareni José. Véase 71(4): 270-280; 2021

**Souza Soares Parente, Mayara Vinnie.** Véase Zaranza Monteiro, Luciana. 71(2): 94-103; 2021

## U

**Urzúa, Katherine.** Impact of nutritional and physical activity interventions on the cognitive and academic achievement of schoolchildren. 71(3): 228-235; 2021

**Ugarte-Gurrutxaga, M<sup>a</sup> Idoia.** Véase Villena-Esponera, MaríaPilar. 71(1): 13-27; 2021

## V

**Ventura Saldívar, Yeni.** Véase Vilcanqui-Pérez, Fulgencio. 71(4): 241-251; 2021

**Vilcanqui-Pérez, Fulgencio.** Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (*Erythrina edulis*). 71(4): 241-251; 2021

**Villena-Esponera, María Pilar.** Covid 19: Eating behavior changes related to individual and household factors during the COVID-19 lockdown in Spain. 71(1): 13-27; 2021

**Vinueza-Veloz, María Fernanda.** Véase Sandoval, Verónica. 71(1): 45-53; 2021

**Virgen-Carrillo, Carmen Alejandrina.** Véase Ruis-Torres, Karina. 71(4): 300-309; 2021

**Viscardi, Sharon.** Véase Urzúa, Katherine. 71(3): 228-235; 2021

## Y

**Yépez García, Martha Cecilia.** Véase Fisberg, Mauro. 71(3): 164-177; 2021

## Z

**Zafrilla, Pilar.** Véase Ramírez-Prada, Dianna Mayrene. 71(1): 5-12; 2021

**Zaranza Monteiro, Luciana.** Health risk behavior of Brazilian university men. 71(2): 94-103; 2021

## ÍNDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN 71, 2021

<b>A</b>		Digestibilidad <i>in vitro</i> .....	241
Actividad Antioxidante.....	208	Dislipidemias.....	85
Actividad Física.....	189	<b>E</b>	
Adiposidad.....	189	Educación Alimentaria.....	149
Adolescentes.....	5, 85	Educación Alimentaria y Nutricional.....	36
Adquisición.....	28	Educação Alimentar e Nutricional.....	270
Adulto Joven.....	36	Educación Nutricional.....	228
Adultos.....	199	Encuesta.....	164
Adultos Jóvenes.....	85	Encuestas.....	28
Alimentos.....	28	Enfermedad Celiaca.....	54
Atletas de Élite.....	61	Enfermedad Mental.....	199
América.....	149	Enfermedades Metabólicas.....	281
América Latina.....	164	Epidemiología.....	94
Análisis Sensorial.....	218	Equilibrio Inmunológico.....	61
Antropometría.....	252	Escolares.....	270
Azúcar.....	164	Estado Nutricional.....	252
<b>B</b>		Estilo de Vida.....	114
Basul.....	241	Estudos de Validação.....	270
Beneficio para la Salud.....	218	Estudiantes Universitarios.....	114
<b>C</b>		Estudio Transversal.....	164
Cafeína.....	300	<b>F</b>	
Calidad de Vida.....	54	Factores de Riesgo.....	178
Calorías.....	28	Factores Sociodemográficos.....	114
Capacidad Antioxidante.....	241	Factores Socioeconómicos.....	104
Circunferencia de Cintura.....	189	Fibra Dietética.....	218
Composición Corporal.....	45	Frijol Endurecido.....	208
Composición Familiar.....	104	Fuentes de Alimentos.....	164
Comportamiento Alimentario.....	13	<b>G</b>	
Compuestos Fenólicos.....	241	Germinado.....	241
Confinamiento.....	13	Gestación.....	290
Covid-19.....	13,54,281	Glucosa Postprandial.....	300
Crecimiento Somático.....	138	Guías Alimentarias.....	36
Cultura.....	149	Guías alimentarias basadas en alimentos-GABA.....	149
<b>D</b>		Goma de Flamboyán.....	208
Deficiencia de Vitamina D.....	5	<b>H</b>	
Dieta Alta en Grasas.....	138	Hidrolizado Enzimático.....	208
Dieta de Cafetería.....	300	Hipertensión.....	178
Dieta Libre de Gluten.....	54	Hogares.....	28
Dieta Mediterránea.....	114,127		
Dieta Saludable.....	36, 127		
Dieta sin Gluten.....	218		

*ÍNDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN 71, 2021*

<b>I</b>		Peso al Nacer.....	290
Índice de Masa Corporal.....	85, 114, 178, 189	Physical Activity.....	261
Índice de Masa Tri-Ponderal.....	85	Preescolar.....	252
Indígena.....	252	Presión Arterial.....	189
Infecciones de Vías Respiratorias Altas (IVRA).....	61	Professores.....	270
Ingesta Alimentaria.....	164	Promoción de la Salud.....	94
Ingesta Dietética.....	199	<b>R</b>	
Inmunonutrición.....	61	Rata.....	138
Intervención Nutricional.....	228	Ratas.....	300
Insulin Resistance.....	261	Recién Nacido.....	290
<b>L</b>		Relación cintura/estatura.....	178
Lactancia Humana.....	282	Registros de Dieta.....	127
Lácteos.....	91	Rendimiento Académico.....	228
Lipids.....	155	Riesgo.....	199
<b>M</b>		Riesgo Cardiovascular.....	45
Macrosomia Fetal.....	290	<b>S</b>	
Marcadores Bioquímicos.....	85	Síndrome Metabólico.....	300
Mediterranean diet.....	261	Sistemas Hidrocoloides Mixtos.....	208
México.....	28,127,252,281	Sobrepeso.....	104
Morfometría Intestinal.....	138	Somnolencia Diurna.....	45
Mortalidad.....	281	<b>T</b>	
Mujer Embarazada.....	290	Tamaño de la Familia.....	104
<b>N</b>		Tarahumara.....	252
Niños.....	104	Tecnología Educativa.....	270
Nutrición.....	127, 164	Tolerancia Inmune.....	61
<b>O</b>		<b>U</b>	
Obesidad.....	178	Universidad.....	94
Obesidad Abdominal.....	104	<b>V</b>	
Obesidad Infantil.....	228	Valor Nutricional.....	218
Ontogenia Refleja.....	138	Varones.....	94
<b>P</b>		Vitamina D.....	5
Patrones de Desayuno.....	114		
Perú.....	199		

## LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICIÓN (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN (2019 – 2021) está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Rafael Figueredo Grijalba
Vicepresidente	Wilma Freire
Secretaria	Ana Ferreira Saguier
Secretaria Adjunta	Claudia Bordón Riveros
Tesorera	Cristina Jimenez Bazzano
Tesorera Adjunta	Rocio Arguello Ayala

### DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	Maritza Landaeta-Jiménez
Editor Asociado	Yaritza Sifontes

### COMITE EDITORIAL. PERÍODO 2019 – 2021

Elizabeth Dini Golding	Elba Sangronis
Betty Méndez Pérez	Pilar Hernández Serrano
Cristina Palacios Alzuru	Alexia Torres
Liseti Solano R.	Andrés Carmona

### MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL. PERÍODO 2019 – 2021

Juan de Dios Alvarado - Ecuador	Laura B. López de Bellesi - Argentina
Hugo Amigo A. - Chile	Laura B. López de Ventades - Argentina
Marianella Anzola - Venezuela	Mariane Lutz Riquelme - Chile
Marián Araujo Yasselli - Venezuela	María Elena Maldonado Celis - Colombia
Marcela A. Araya Bannout - Chile	Marbella Marcano Martell - Venezuela
María Laura Arias E. - Costa Rica	Julio Sergio Marchini - Brasil
Linda Arturo - Ecuador	Mariana Mariño Elizondo - Venezuela
Eduardo Atalah Samur - Chile	María L. P. Martín de Portela - Argentina
Omar T. Barrionuevo - Argentina	Luis Antonio Mejia - Mexico
Luis A. Bello Pérez - México	Josefina Morales de León - México
Odilia Bermúdez - E.E.U.U.	Laura Moreno Altamirano - México
David Betancur-Ancona - México	Alvaro Ojeda - Venezuela
Adriana Blanco Metzler - Costa Rica	Manuel Olivares - Chile
Erick Boy - E.E.U.U.	Giovannina Orsini Velásquez - Venezuela
Jesús Bulux - Guatemala	Saturnino de Pablo - Chile
Ana M. Calderón de la Barca - México	Ingrid Rached Paoli - Venezuela
Fernando Carrasco Naranjo - Chile	Sandra Restrepo Mesa - Colombia
Louella Cuningham - Costa Rica	Delia Rodríguez Amaya - Brasil
Marcia Erazo - Chile	Gaspar Ros Berruezo - España
Patricia R. de Ferrer - Argentina	Manuel Ruz Ortiz - Chile
María A. González Stäger - Chile	Alba Morón de Salim - Venezuela
Marisela Granito - Venezuela	Norma Sammán - Argentina
Marisa Guerra M. - Venezuela	Sonia G. Sáyago Ayerdi - México
Marianella Herrera Cuenca - Venezuela	Teresa Shamah Levi - México
Hector A. Herrera M. - Venezuela	Ingrid Soto de Sanabria - Venezuela
Ileana Holst Schumacher - Costa Rica	Coromoto M. Tomei - Venezuela
Marta Kaufer Horwitz - México	Elio Vannucchi - Brasil
Aurelio López Malo - México	Maura Vásquez Ramírez - Venezuela
Iñigo Verdalet Guzman - México	

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 71. N° 4, Diciembre 2021

Contenido

Páginas

## ARTÍCULOS ORIGINALES

<b>Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (<i>Erythrina edulis</i>)</b> <i>Fulgencio Vilcanqui-Pérez, Guadalupe Chaquilla-Quilca, Víctor Hugo Sarmiento Casavilca, Candy Naya Céspedes Orosco, Yeni Ventura Saldívar, Paola Cortés-Avenidaño.</i> .....	241
<b>Talla baja y sobrepeso en menores de 5 años que habitan la Sierra Tarahumara, México</b> <i>Ana Lilia Lozada-Tequeanes, Armando García-Guerra, Fabiola Mejía-Rodríguez, Anabelle Bonvecchio Arenas.</i> .....	252
<b>Cardiometabolic risk profile in relation to the practice of healthy habits in a sample of Spanish workers</b> <i>Pere Riutord Sbert, Bartomeu Riutord Fe, Neus Riutord Fe, Sebastiana Arroyo Bote, Ángel Arturo López González, José Ignacio Ramírez Manent.</i> .....	261
<b>Validação de uma tecnologia educacional para promoção da alimentação saudável na escola</b> <i>Yazareni José Mercadante Urquía, Ana Carolina Souza Silva, Luciana Neri Nobre.</i> .....	270
<b>Mortalidad por COVID-19 en México y las enfermedades metabólicas durante el año crítico de la pandemia</b> <i>José Antonio Roldan Amaro, Marsela Alejandra Álvarez Izazaga, Nazira Calleja, Eric Uriel Ramírez Sánchez, María del Refugio Carrasco Quintero, José Ángel Ledesma Solano, Adolfo Chávez Villasana.</i> .....	281
<b>Efecto del comportamiento del peso materno en el peso del neonato</b> <i>Daniela Ramírez-Montoya, Víctor Daniel Calvo-Betancur, Sandra L. Restrepo-Mesa.</i> .....	290
<b>Administración crónica de cafeína evita la alteración de la glucosa postprandial en ratas</b> <i>Karina Ruiz-Torres, Diana Laura Hernández de los Ríos, Carmen Alejandrina Virgen-Carrillo, Jessica Elizabeth Pineda-Lozano, Alma Gabriela Martínez Moreno.</i> .....	300
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES.</b> .....	310
<b>INDICE DE AUTORES.</b> .....	313
<b>INDICE DE MATERIAS.</b> .....	318