

ALAN-VE ISSN0004-0622  
ISSN-e:2309-5806  
Depósito Legal: pp 199602DF83

# ALAN

Volumen 73, N°1.  
Enero - Marzo 2023

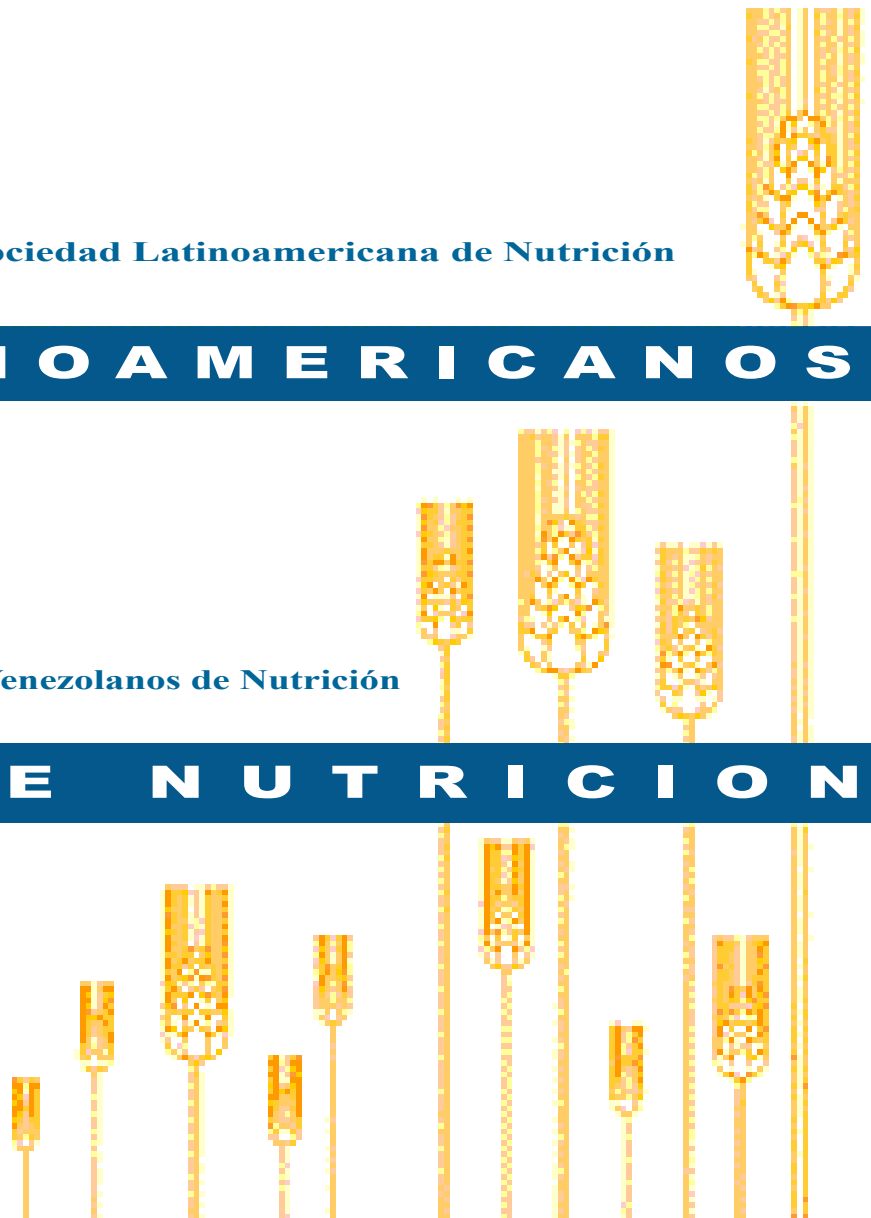
A R C H I V O S

Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

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

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



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

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (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 las 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 Antímano (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

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

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

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Revista Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

**VOL 73**

**ENERO - MARZO 2023**

**N° 1**

---

### Contenido

Páginas

#### ARTÍCULOS ORIGINALES

##### **Relación del consumo de calcio con el síndrome metabólico en adultos de la Amazonía Ecuatoriana**

*Kenia Katusca Mendoza Bone, Dennys Leonardo Abril-Merizalde, Johanna Sabrina Párraga Acosta, Catherine Alexandra Andrade-Trujillo*..... 1

##### **Ultra-processed foods in institutional food services: what are diners eating?**

*Marina Padovan, Diogo Thimoteo da Cunha, Carla Adriano Martins, Alyne Michelle Botelho, Nicole de Souza Bim, Anne Rodrigues Nicoletto, Giovanna Medeiros Rataichesk Fiates, Caroline Dário Capitani*..... 8

##### **Propiedades nutritivas y tecno funcionales de barras de pseudocereales adicionadas con soya, mango y granada**

*Jorge Eduardo Angulo López, Adriana Carolina Flores Gallegos, Rosa María Rodríguez Jasso, Cristóbal Noe Aguilar González, Liliana Serna Cock*..... 19

##### **Formulación de galletas fortificadas por sustitución parcial de harina de moringa y suero lácteo**

*Tania Espinal-Carrión, Gabriela Guadalupe García-Sampedro, Sebastián Alberto Domínguez-Rico, Citlali Mahetsi Ventura-Montes, Adriana Vázquez-Martínez*..... 32

#### ARTÍCULOS DE REVISIÓN

##### **Análisis de posibles peligros en leche materna donada. Revisión**

*Diana Víquez Barrantes, Ana I. Incer González, Oscar Acosta, Jessie Usaga*..... 42

##### **Intermittent fasting for health care, a review**

*Valentina Espinoza, Carolina Alarcón, Yarolet Contreras, Fabiana Sepúlveda, Emilia Bustos, Angelica Palisi, Sharon, Viscardi*..... 60

##### **Compuestos bioactivos de canela y su efecto en la disminución del síndrome metabólico: revisión sistemática**

*Fernanda Ríos, Aurora Quintero, Javier Piloni, Raquel Cariño, Abigail Reyes*..... 74

**INFORMACION PARA LOS AUTORES**..... 86

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

**VOL 73**

**JANUARY - MARCH 2023**

**N° 1**

---

### Contents

Pages

#### ORIGINAL ARTICLE

**Relationship of calcium consumption with metabolic syndrome in adults from the Ecuadorian Amazon**

*Kenia Katusca Mendoza Bone, Dennys Leonardo Abril-Merizalde, Johanna Sabrina Párraga Acosta, Catherine Alexandra Andrade-Trujillo*..... 1

**Ultra-processed foods in institutional food services: what are diners eating?**

*Marina Padovan, Diogo Thimoteo da Cunha, Carla Adriano Martins, Alyne Michelle Botelho, Nicole de Souza Bim, Anne Rodrigues Nicoletto, Giovanna Medeiros Rataichesk Fiates, Caroline Dário Capitani*..... 8

**Nutritional and techno functional properties of pseudocereal bars added with soy, mango and pomegranate**

*Jorge Eduardo Angulo López, Adriana Carolina Flores Gallegos, Rosa María Rodríguez Jasso, Cristóbal Noe Aguilar González, Liliana Serna Cock*..... 19

**Formulation of fortified cookies by partial substitution of moringa flour and whey**

*Tania Espinal-Carrión, Gabriela Guadalupe García-Sampedro, Sebastián Alberto Domínguez-Rico, Citlali Mahetsi Ventura-Montes, Adriana Vázquez-Martínez*..... 32

#### REVIEW ARTICLE

**Analysis of potential hazards in donated breast milk. Review**

*Diana Viquez Barrantes, Ana I. Incer González, Oscar Acosta, Jessie Usaga*..... 42

**Intermittent fasting for health care, a review**

*Valentina Espinoza, Carolina Alarcón, Yaroleth Contreras, Fabiana Sepúlveda, Emilia Bustos, Angelica Palisi, Sharon, Viscardi*..... 60

**Bioactive compounds of cinnamon and their effect on decreasing metabolic syndrome: systematic review.**

*Fernanda Ríos, Aurora Quintero, Javier Piloni, Raquel Cariño, Abigail Reyes*..... 74

**INFORMATION FOR AUTHORS**..... 86

## Relación del consumo de calcio con el síndrome metabólico en adultos de la Amazonía Ecuatoriana

Kenia Katusca Mendoza Bone<sup>1</sup> , Dennys Leonardo Abril-Merizalde<sup>1,2</sup> ,  
Johanna Sabrina Párraga Acosta<sup>2,3</sup> , Catherine Alexandra Andrade-Trujillo<sup>1,2</sup> .

**Resumen: Relación del consumo de calcio con el síndrome metabólico en adultos de la Amazonía Ecuatoriana. Introducción.** El Síndrome Metabólico (SM) comprende un conjunto de factores de riesgo cardiometabólico representado por obesidad central, dislipidemia, hipertensión arterial y glucosa alterada, se ha evidenciado que el consumo adecuado de calcio representa una disminución del riesgo para este síndrome. **Objetivo.** Analizar la relación entre el consumo de calcio total, de origen animal y vegetal con el SM y sus indicadores. **Materiales y métodos.** Estudio transversal de eje correlacional, con una muestra de 100 adultos de la región amazónica ecuatoriana, durante el último trimestre del 2020. La ingesta dietética de calcio se determinó mediante un recordatorio de 24 horas y el SM según los criterios de *Adult Treatment Panel-IV* (ATP-IV). **Resultados.** La población estuvo conformada por adultos maduros (40 a 60 años) que evidenciaron una ingesta de calcio deficiente (182,50 mg y 228,60 mg en mujeres y hombres respectivamente). Se evidenció, además, una relación directamente proporcional entre la circunferencia abdominal ( $r=0,391 - p=0,000$ ), presión arterial sistólica ( $r=0,290 - p=0,000$ ) y glucosa en ayuno ( $r=0,326 - p=0,000$ ) con la edad. La ingesta de calcio total se relacionó positivamente con los triglicéridos, ( $r=0,221 - p=0,027$ ). **Conclusiones.** La ingesta dietética de calcio en ambos sexos no alcanza el requerimiento diario y se relaciona positivamente con los triglicéridos. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 1-7.**

**Palabras clave:** síndrome metabólico, calcio en la dieta, circunferencia abdominal, lípidos séricos, adulto, Amazonía.

**Abstract: Relationship of calcium consumption with metabolic syndrome in adults from the Ecuadorian Amazon. Introduction.** The Metabolic Syndrome (MS) comprises a set of cardiometabolic risk factors represented by central obesity, dyslipidemia, high blood pressure and altered glucose, it has been shown that adequate calcium intake represents a decreased risk for this syndrome. **Objective.** To analyze the relationship between the consumption of total calcium, animal and vegetable origin, with MS and its indicators. **Materials and methods.** Cross-sectional study of correlational axis, with a sample of 100 adults from the Ecuadorian Amazon region, during the last quarter of 2020. Dietary calcium intake was determined through a 24-hour recall and the diagnosis of MS according to the Adult Treatment Panel-IV (ATP-IV) criteria. **Results.** The population consisted of mature adults (40 to 60 years) who showed a deficient calcium intake in both sexes (182.50 mg and 228.60 mg in women and men respectively). There is also evidence of a directly proportional relationship between abdominal circumference ( $r=0.391 - p=0.000$ ), systolic blood pressure ( $r=0.290 - p=0.000$ ) and fasting glucose ( $r=0.326 - p=0.000$ ) with age. Total calcium intake was positively related to triglycerides ( $r=0.221 - p=0.027$ ). **Conclusions.** Calcium dietary intake in both sexes does not reach the daily requirement and is positively related to triglycerides. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 1-7.**

**Keywords:** metabolic syndrome, dietary calcium, abdominal circumference, serum lipids, adult, Amazon.

### Introducción

El Síndrome Metabólico (SM) comprende un conjunto de factores de riesgo cardiovascular representado por obesidad central, dislipidemia, hipertensión arterial y anormalidades en el metabolismo de la glucosa, condición que está estrechamente asociada a resistencia a la insulina (1,2). La presencia de este síndrome evidencia un incremento del riesgo de padecer diabetes

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. <sup>2</sup>Universidad Anahuac México. Estado de México – México. <sup>3</sup>Universidad Técnica de Manabí. Manabí – Ecuador.  
Autor para la correspondencia: Catherine A. Andrade-Trujillo, E-mail: catherine.andrade@esepoch.edu.ec

mellitus tipo 2, enfermedad coronaria y enfermedad cerebrovascular, además de disminuir la supervivencia y calidad de vida en general, por lo que en los últimos años se ha considerado como un problema de salud pública (3,4). De igual manera, se demuestra que el SM puede presentarse en los individuos independientemente de la edad y del Índice de Masa Corporal (IMC), lo que sugiere una mayor atención en todo el ciclo de vida, en estados fisiológicos y patológicos (4-6).

Según la Encuesta de Salud y Nutrición-Ecuador 2018 (7), la prevalencia nacional de SM entre los 10 y 59 años, es de 27,7 % en mujeres y la prevalencia general de 29,9 %, que se incrementa conforme aumenta la edad con una subida en la quinta década de la vida (57,2 %); mientras que, en los hombres adultos la prevalencia general es similar a la del sexo femenino y alcanza 48,4 % en el quinto decenio de vida.

El consumo de calcio en pacientes con comorbilidades tiene una relación inversamente proporcional a la prevalencia de SM en adultos y adolescentes; este consumo menor al 50 % del requerimiento se asocia negativamente a la obesidad abdominal y la glucosa en ayuno, dos de los indicadores del SM (8,9). De igual manera, la evidencia sugiere que el consumo adecuado de productos lácteos (3 tazas de leche o yogurt y una tajada de queso al día) reduce en 29 % el riesgo para el diagnóstico de este síndrome (6,10-12).

En Ecuador, el promedio del consumo de calcio a nivel nacional en las edades de 10 a 59 años es de 406 mg/día (389 mg/día y 392 mg/día en mujeres y hombres) y en la Amazonía las cifras son aún más bajas (300 mg/día) y no cubren el requerimiento diario, además la ingesta de calcio disminuye con la edad (13). Ante tal problemática de salud pública tanto en la prevalencia de SM como del bajo consumo de alimentos fuentes de calcio, el objetivo de la presente investigación es analizar la relación entre el consumo de calcio y los indicadores de SM en personas adultas de la Amazonía ecuatoriana.

## **Materiales y métodos**

Se realizó un estudio transversal de eje correlacional analítico, en el cual se consideró como población de estudio a los adultos que acudieron a la consulta externa de Nutrición en el Hospital José María Velasco Ibarra de la ciudad del Tena, provincia de Napo, siendo ésta la casa de salud de atención primaria y secundaria a donde se derivan los pacientes de toda la zona amazónica a este nivel de atención. El período del estudio para la recolección de los datos se hizo durante el último trimestre de 2020.

El tamaño de la muestra estuvo conformado por 100 adultos, los cuales fueron incluidos mediante un muestro no aleatorizado por conveniencia y, se incluyeron a los participantes que cumplieron con los criterios de inclusión (adultos de ambos sexos, edad comprendida entre 19 y 60 años, consentimiento informado por escrito para participar en el estudio, datos bioquímicos de perfil lipídico y glucosa reportado en las historias clínicas con un mes de antigüedad). Se excluyeron del estudio a los pacientes con diagnóstico de COVID-19, mujeres embarazadas y en período de lactancia, mujeres en tratamiento de reemplazo hormonal, hombres y mujeres que recibieron tratamiento farmacológico con hipoglicemiantes o para dislipidemia, personas con discapacidad mental o con datos incompletos de los indicadores de SM.

Posterior a la firma del consentimiento informado, se procedió a evaluar la ingesta de calcio a través del recordatorio de 24 horas, donde se obtuvo los datos de la ingesta de alimentos con base a las medidas caseras consumidas (tazas, cucharas, unidades, platos). Por medio de este instrumento, se obtuvo un registro y estimación de la ingesta de alimentos en cantidad y calidad, que según la bibliografía se sugiere aplicar tres recordatorios durante una semana, incluyendo un día de fin de semana (14-16).

Luego se procesaron los datos del recordatorio de 24 horas en hojas de cálculo de Microsoft Excel utilizando la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos (17), para registrar la cantidad en gramos de calcio de origen animal y vegetal consumidos, la suma de estos valores correspondió al consumo total. Con el registro de los recordatorios de tres días, se calculó el promedio individual, el cual se comparó con el requerimiento del nutriente para adultos mediante el Coeficiente de Adecuación de un Nutriente (CAN) cuyos valores normales van de 0,95 a 1,05.

Para la valoración de SM se utilizaron los criterios de *Adult Treatment Panel* (ATP IV) (5), que considera el diagnóstico con tres de los cinco criterios que se nombran a continuación: circunferencia abdominal (>102 cm en hombres, >88 cm en mujeres), triglicéridos ( $\geq 150$  mg/dL), colesterol HDL (<40 mg/dL en hombres, <50 mg/dL en mujeres), presión arterial ( $\geq 130/\geq 85$  mmHg) y glucosa en ayuno ( $\geq 110$  mg/dl); los valores bioquímicos fueron tomados de las historias clínicas de los pacientes hasta de un mes de antigüedad y las mediciones de la circunferencia abdominal y de la presión arterial fueron tomadas el día de la consulta. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 27 para Windows, la estadística descriptiva se reportó como medianas y rangos dada la distribución no paramétrica de las variables; las correlaciones se reportaron con Spearman y la comparación se estableció mediante la prueba de U de Mann Whitney, considerando como significativo un valor de  $p < 0,05$ .

Cada participante firmó un consentimiento en el que declara que participa libre y voluntariamente, de igual manera, la presente investigación se apega

al Código de ética médica de Nuremberg, a los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de Helsinki y según el Artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Esta investigación, constituye un riesgo mínimo ya que se han establecido procedimientos realizados en la práctica clínica rutinaria y se apega a las normas protocolarias vigentes en el Ecuador. Se contó con el asentimiento para la obtención de los datos otorgado por el departamento de Docencia del Hospital José María Velasco Ibarra.

## Resultados

Se incluyeron en el estudio a 100 individuos; 82 % mujeres y 18 % hombres. En la tabla 1, se reportan las características por sexo; la población en general pertenece al grupo de adultos maduros (40 a 60 años); los indicadores de síndrome metabólico en

**Tabla 1.** Características generales de la muestra por sexo

| Variables                          | Muestra Total (n=100)            |                                   | p      |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------|
|                                    | Femenino (n=82)<br>Mediana – RIC | Masculino (n=18)<br>Mediana – RIC |        |
| Edad (años)                        | 42,00 – 19,50                    | 45,50 – 13,25                     | 0,389  |
| Circunferencia Abdominal (cm)      | 94,00 – 8,00                     | 101,50 – 5,50                     | 0,000* |
| Presión Arterial Sistólica (mmHg)  | 125,00 – 21,50                   | 129,50 – 18,25                    | 0,096  |
| Presión Arterial Diastólica (mmHg) | 80,00 – 17,00                    | 80,00 – 6,00                      | 0,356  |
| Triglicéridos (mg/dL)              | 159,50 – 41,75                   | 157,45 – 119,80                   | 0,515  |
| Colesterol HDL (mg/dL)             | 42,35 – 13,20                    | 36,70 – 14,37                     | 0,050* |
| Glucosa en ayuno (mg/dL)           | 100,00 – 8,55                    | 102,00 – 7,07                     | 0,017* |
| Ingesta diaria de Ca (mg)          | 182,50 – 450,77                  | 228,60 – 487,52                   | 0,993  |
| CAN de Ca                          | 0,15 – 0,39                      | 0,19 – 0,41                       | 0,996  |
| Ca de origen animal (mg)           | 34,00 – 433,00                   | 127,00 – 508,02                   | 0,824  |
| Ca de origen vegetal (mg)          | 64,00 – 162,12                   | 46,00 – 117,40                    | 0,483  |

RIC: Rango intercuartílico; HDL: Lipoproteína de alta densidad; Ca: Calcio, CAN: Coeficiente de adecuación de un nutriente, \*Significativo en nivel de  $p \leq 0,05$  para la prueba estadística U de Mann Whitney.

ambos sexos se encuentran alterados, a excepción del HDL en la población femenina. La ingesta dietética de calcio en ambos grupos no alcanzó el requerimiento diario por lo que, el coeficiente de adecuación del nutriente es insuficiente, mientras que, el consumo de calcio de origen animal fue mayor que el consumo de calcio de origen vegetal en ambos sexos. Al comparar los grupos se evidenciaron diferencias significativas en la circunferencia abdominal (mayor en hombres), colesterol HDL (normal en mujeres y bajo en hombres) y glucosa mayor en hombres.

En la Tabla 2, se reporta el consumo de calcio según los puntos de corte para cada indicador diagnóstico de SM, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, hay una tendencia de consumo de calcio más bajo en los pacientes con criterios alterados de circunferencia abdominal, triglicéridos y colesterol HDL.

La matriz general de correlaciones se reporta en la Tabla 3. En esta se observó una relación directamente proporcional entre la circunferencia abdominal, la

**Tabla 2.** Comparación del consumo de calcio según los puntos de corte de los indicadores de Síndrome Metabólico

| Variables                | Muestra Total (n=100)                 |       |
|--------------------------|---------------------------------------|-------|
|                          | Ingesta diaria de Ca<br>Mediana – RIC | p     |
| Circunferencia Abdominal |                                       | 0,827 |
| Elevado (n=76)           | 189,00 – 406,00                       |       |
| Normal (n=24)            | 160,00 – 818,00                       |       |
| Presión Arterial         |                                       | 0,506 |
| Elevada (n=38)           | 164,00 – 413,00                       |       |
| Normal (n=62)            | 216,00 – 619,00                       |       |
| Triglicéridos            |                                       | 0,086 |
| Elevado (n=70)           | 217,00 – 726,00                       |       |
| Normal (n=30)            | 132,00 – 293,00                       |       |
| Colesterol HDL           |                                       | 0,692 |
| Bajo (n=71)              | 191,00 – 497,00                       |       |
| Normal (n=29)            | 164,00 – 394,00                       |       |
| Glucosa en ayuno         |                                       | 0,060 |
| Elevada (n=63)           | 157,00 – 380,0                        |       |
| Normal (n=37)            | 293,00 – 752,8                        |       |
| Diagnóstico de SM        |                                       | 0,379 |
| Presencia (n=78)         | 172,00 – 420,0                        |       |
| Ausencia (n=22)          | 253,00 – 787,00                       |       |

RIC: Rango Intercuartílico; Ca: Calcio; HDL: Lipoproteína de alta densidad. Prueba estadística U de Mann Whitney.

**Tabla 3.** Matriz General de correlaciones

| Variables                          | CORRELACIONES (n = 100) |         |                      |                     |                      |
|------------------------------------|-------------------------|---------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                                    |                         | Edad    | Ingesta diaria de Ca | Ca de origen animal | Ca de origen vegetal |
| Circunferencia Abdominal (cm)      | r                       | 0,391** | -0,042               | -0,057              | -0,055               |
|                                    | p                       | 0,000   | 0,678                | 0,571               | 0,584                |
| Presión Arterial Sistólica (mmHg)  | r                       | 0,290** | -0,062               | -0,021              | -0,074               |
|                                    | p                       | 0,003   | 0,541                | 0,838               | 0,464                |
| Presión Arterial Diastólica (mmHg) | r                       | 0,081   | -0,066               | -0,025              | -0,043               |
|                                    | p                       | 0,420   | 0,515                | 0,801               | 0,671                |
| Triglicéridos (mg/dL)              | r                       | 0,099   | 0,221*               | 0,158               | 0,070                |
|                                    | p                       | 0,328   | 0,027                | 0,116               | 0,491                |
| Colesterol HDL (mg/dL)             | r                       | 0,040   | -0,026               | -0,021              | 0,025                |
|                                    | p                       | 0,690   | 0,800                | 0,839               | 0,807                |
| Glucosa (mg/dL)                    | r                       | 0,326** | -0,175               | -0,185              | -0,183               |
|                                    | p                       | 0,001   | 0,081                | 0,065               | 0,069                |

Ca: Calcio; HDL: Lipoproteína de alta densidad; r= coeficiente de correlación; \*:correlación significativa a nivel de 0,05; \*\*:correlación significativa a nivel de 0,01 para Spearman.

presión arterial sistólica, glucosa en ayuna y la edad, es decir, a medida que aumentó la edad aumentaron los valores de estas variables, según el coeficiente de determinación  $r^2=0,152$ ,  $r^2=0,084$  y  $r^2=0,106$  respectivamente, se estableció, que la edad determinó una variación del 15,2 % de la circunferencia abdominal, un 8,4 % de la presión arterial sistólica y un 10,5 % de la glucosa en ayuno. La ingesta total de calcio se relacionó positivamente con los triglicéridos ( $r^2= 0,048$ ), es decir, la ingesta de calcio determinó una variación del 4,8 % en los triglicéridos. Independientemente, el consumo de calcio de origen animal o vegetal no mostró relaciones significativas con los indicadores de SM.

### Discusión

El objetivo general fue analizar la relación entre el consumo de calcio y los indicadores de SM en la población de adultos pertenecientes a la Amazonía ecuatoriana. Entre los principales hallazgos destacan; la circunferencia abdominal en ambos sexos representa un riesgo metabólico aumentado; los valores de presión arterial sistólica se encuentran elevados, mientras que la presión diastólica se encuentra normal. Los valores de los triglicéridos en ambos grupos exceden la normalidad; el colesterol HDL, en el sexo femenino se encuentra dentro de la normalidad mientras que, en los hombres se evidencia un valor bajo para la recomendación. El consumo de calcio en la población estudiada es deficiente en ambos sexos; se evidencia una diferencia significativa según sexo en los indicadores circunferencia abdominal, glucosa en ayuno (mayor en hombres) y colesterol HDL (mayor en mujeres). Se demuestra de igual manera, una relación positiva entre el consumo de calcio total y los triglicéridos ( $p=0,027$ ); resultado que concuerda con el estudio propuesto por Lee *et al*, (18), esto se puede explicar debido a que la mayor parte de la población registra un consumo de alimentos fuentes de calcio de origen animal junto con azúcares simples (glucosa y fructosa) y la calidad del lácteo es entero, por lo tanto a pesar de existir un consumo de calcio deficiente para la recomendación, lo poco que se consume contiene grasa saturada y aumenta la densidad energética de este consumo al acompañarlo con azúcares simples. Metabólicamente, el incremento de los triglicéridos se explica por un exceso en el consumo de hidratos de carbono y grasas saturadas que inhiben la funcionalidad de la lipoproteína lipasa

disminuyendo así, la hidrólisis de triglicéridos y aumentándolos en plasma (19).

El consumo de calcio según los puntos de corte para cada indicador de SM no muestra evidencia significativa, sin embargo, existe una significancia clínica, pues se encontró la tendencia de un mayor consumo de calcio total en los participantes que no presentaron el diagnóstico de SM; estos resultados al igual que varios estudios, se enfocan en los indicadores de presión arterial y glucosa en ayuno que al encontrarse en la normalidad reportan un consumo mayor de fuentes alimentarias de calcio (20-23). Han *et al*. (24), en los resultados de un metaanálisis; concluyen que el consumo adecuado de calcio total en la población de adultos protege en un 11% para el desarrollo de SM. De la misma manera, Moore-Schiltz *et al*. (25), postulan que las mujeres que alcanzan la dosis diaria recomendada de calcio (1000-1200 mg/día) tuvieron una mayor probabilidad reducida de SM (OR 0,59; IC del 95 % 0,45, 0,76). En los hombres, el alcanzar la dosis diaria de calcio (1000-1200 mg/d) no se asoció al SM; sin embargo, un consumo de calcio >1224 mg/d evidenció una probabilidad más baja de SM (OR 0,74; IC del 95 % 0,59, 0,93). Samara *et al*. (26), concluyen que el consumo adecuado de calcio (1000 mg/día) en hombres adultos, produjo cambios positivos en el perfil metabólico 5 años después, teniendo una significativa reducción de la circunferencia de cintura, estos resultados no se evidenciaron en el grupo de mujeres adultas.

Otros estudios concluyen que el consumo de calcio total, de origen animal o vegetal reportado en terciles, es mayor en adultos sin el diagnóstico de SM (27). En el estudio de Asemi *et al*. (28) se postula que el adecuado consumo de calcio y su suplementación en población adulta femenina tienen un impacto al disminuir los valores de triglicéridos (-10,2 mg/dl), uno de los indicadores de SM. Al ajustar el consumo de calcio total según la edad, zona de residencia, región, educación, obesidad, hábitos toxicológicos y ejercicio, se evidenció de igual manera que, en hombres y mujeres con diagnóstico de SM este consumo es menor (29,30). Finalmente, Mena *et al*.

(31) sugieren que el consumo de lácteos es inversamente asociado al riesgo de SM tanto en hombres como en mujeres adultos.

La evidencia disponible acerca del consumo de calcio y el SM, sugiere la necesidad de evaluar más profundamente la asociación o relación existente; si bien la mayor parte de bibliografías exponen un beneficio del consumo de calcio como factor protector para el SM, no se ha establecido claramente lo que sucede cuando este consumo es deficiente, como en el caso de la población investigada. Este aspecto podría considerarse como una de las limitaciones del estudio; el consumo de calcio a nivel nacional en la población ecuatoriana es bajo, por lo tanto los resultados no coinciden con la bibliografía citada, en donde el consumo de calcio llega al menos a 1000 mg/día y se evidencia como un factor protector para el desarrollo de síndrome metabólico (25, 32-34). Se recomienda para futuras investigaciones derivar estudios cuasi-experimentales en donde se controle la ingesta dietética de calcio en comparación con un placebo para determinar los cambios en los indicadores de SM.

### Conclusiones

La ingesta dietética de calcio en la población estudiada es deficiente en ambos sexos; se evidencia una diferencia significativa según sexo en los indicadores circunferencia abdominal, glucosa en ayuna (mayor en hombres) y colesterol HDL (mayor en mujeres) y el consumo de calcio total se relaciona positivamente con los triglicéridos. Independientemente, el consumo de calcio de origen animal o vegetal no muestra relaciones significativas con los indicadores de SM.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a las instituciones a las cuales cada uno representa y a los adultos de la Amazonía Ecuatoriana que desinteresadamente colaboraron.

### Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

### Referencias

1. Carvajal Carvajal C. Revisión bibliográfica síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. Resumen. Med leg Costa Rica. 2017; 34(1):175-193.
2. Lizarzaburu Robles JC. Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. An. Fac. Med. 2013; 74(4):315-320.
3. Artola Menéndez S, Duelo Marcos M, Ceruelo EE. Síndrome metabólico. Rev Pediatr Aten Primaria. 2009; 11(16):259-277.
4. Sulistiyowati N, Sudikno S, Nainggolan O, et al. Risk factors for the metabolic syndrome in non-obese older Indonesians. Asia Pac J Clin Nutr. 2022; 31(3):415-421. [https://doi.org/10.6133/apjcn.202209\\_31\(3\).0009](https://doi.org/10.6133/apjcn.202209_31(3).0009).
5. Alcoser L. Las nuevas guías ACC/AHA/NHLBI 2013(ATP-IV): un cambio radical en el manejo del riesgo cardiovascular. J Eval Clin Pract. 2014; 1:1-8.
6. Park Y, Han J. Mineral Balance and Metabolic Syndrome in Adolescents: Focus on Calcium and Phosphorus Intake. Healthcare (Basel). 2021; 9(11):1525. <https://doi.org/10.3390/healthcare9111525>.
7. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2018. Available from: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/ENSANUT/ENSANUT\\_2018/Principales%20resultados%20ENSANUT\\_2018.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/ENSANUT_2018/Principales%20resultados%20ENSANUT_2018.pdf)
8. Beydoun MA, Gary TL, Caballero BH, Lawrence RS, Cheskin LJ, Wang Y. Ethnic differences in dairy and related nutrient consumption among US adults and their association with obesity, central obesity, and the metabolic syndrome 1-3. Am J Clin Nutr. 2008;87(6):1914-1925. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.6.1914>
9. Li W, Zhu X, Song Y, et al. Intakes of magnesium, calcium and risk of fatty liver disease and prediabetes. Public Health Nutr. 2018;21(11):2088-2095. <https://doi.org/10.1017/s1368980018000642>
10. Nguyen HD, Oh H, Kim M-S. Higher intakes of fruits, vegetables, and multiple individual nutrients is associated with a lower risk of metabolic syndrome among adults with comorbidities. Nutr Res. 2022; 99:1-12. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.11.004>
11. Barahona-Meneses A del R, Castillo-Andrade RE, Espín-Capelo M, et al. Ingesta de calcio y relación con el sobrepeso y obesidad en adolescentes mujeres, Ecuador. Rev Esp Nutr Hum y Diet. 2018; 22(1):31-41. <https://doi.org/10.14306/renhyd.22.1.403>
12. Ortega RM, Jiménez AI, López AM. El calcio y la salud. Nut Hosp. 2015;31(2):10-17. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup2.8677>
13. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2014. Available from: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/ENSANUT/MSP\\_ENSANUT-ECU\\_06-10-2014.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf)

14. Martín-Céspedes M, Melis-Alonso MG, Pereira-Chaves M, et al. Comparación de tres métodos cortos contra un método estándar para analizar la composición nutricional de reportes de consumo de alimentos de adultos costarricenses. *Poblac Salud Mesoam*. 2020; 17(2):1–22. <https://doi.org/10.15517/psm.v17i2.39974>
15. Ferrari M. Estimación de la Ingesta por Recordatorio de 24 Horas. *Intake estimation by means of a 24-hour reminder*. *Diaeta*. 2013; 31(143):20-25.
16. Aguirre C, Bonilla DA, Almendra-Pegueros R, et al. Evaluación de la ingesta alimentaria: Una reflexión que nos acerque al futuro. *Rev Esp Nutr Hum y Diet*. 2021; 25(3):266–268. <https://doi.org/10.14306/renhyd.25.3.1433>
17. Herrera Fontana ME, Chisaguano Tonato AM, Jumbo Crisanto JV, Castro Morillo NP, Anchundia Ortega AP. Tabla de composición química de los alimentos: basada en nutrientes de interés para la población ecuatoriana. Universidad San Francisco de Quito - USFQ. Primera. 2021; 11:1–70. ISBN: 978-9978-68-206-7
18. Lee KW, Cho W. The Consumption of Dairy Products Is Associated with Reduced Risks of Obesity and Metabolic Syndrome in Korean Women but not in Men. *Nutrients*. 2017;9(6):630. <https://doi.org/10.3390/n9060630>
19. Lai C-Q, Lee Y-C, Parnell L, et al. Triglyceride-Associated Epigenetic Markers and Diet and Lifestyle Habits in the Framingham Heart Study. *Curr Dev Nutr*. 2022; 6 (Suppl 1):1115. <https://doi.org/10.1093/cdn/znz078.009>
20. Pannu Poonam K, Zhao Yun, Soares Mario J, Piers Leonard S, Ansari Zahid. The associations of vitamin D status and dietary calcium with the metabolic syndrome: An analysis of the Victorian Health Monitor survey. *Public Health Nutr*. 2017;20(10):1785–1796. <https://doi.org/10.1017/s1368980016001609>
21. Fulgoni V, Painter J, Carughi A. Association of raisin consumption with nutrient intake, diet quality, and health risk factors in US adults: National health and nutrition examination survey 2001–2012. *Food Nutr Res*. 2017; 61(1):1378567. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1378567>
22. Beydoun May A., Fanelli-Kuczmarski M, Beydoun Hind A, et al. Dairy product consumption and its association with metabolic disturbance in a prospective study of urban adults. *Br J Nutr*. 2018;119 (6): 706–719. <https://doi.org/10.1017/s0007114518000028>
23. Kim Dasom, Kim Jihye. Dairy consumption is associated with a lower incidence of the metabolic syndrome in middle-aged and older Korean adults: The Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES). *Br J Nutr*. 2017; 117(1):148–160. <https://doi.org/10.1017/s000711451600444x>
24. Han D, Fang X, Su D, et al. Dietary Calcium Intake and the Risk of Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sci Rep*. 2019;9(1):19046. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55507-x>
25. Moore-Schiltz L, Albert Jeffrey M, Singer Mendel E, Swain J, Nock N. Dietary intake of calcium and magnesium and the metabolic syndrome in the National Health and Nutrition Examination (NHANES) 2001-2010 data. *Br J Nutr*. 2015;114(6):924–935. <https://doi.org/10.1017/s0007114515002482>
26. Samara A, Herbeth B, Ndiaye Ndeye C, et al. Dairy product consumption, calcium intakes, and metabolic syndrome-related factors over 5 years in the STANISLAS study. *Nutr*. 2013; 29(3):519-524. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.08.013>
27. Woo Hye W, Lim Young H, Kim Mi K, et al. Prospective associations between total, animal, and vegetable calcium intake and metabolic syndrome in adults aged 40 years and older. *Clin Nutr*. 2020; 39(7):2282-2291. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.10.020>
28. Asemi Z, Foroozanfar F, Hashemi T, Bahmani F, Jamilian M, Esmaillzadeh A. Calcium plus vitamin D supplementation affects glucose metabolism and lipid concentrations in overweight and obese vitamin D deficient women with polycystic ovary syndrome. *Clin Nutr*. 2015; 34(4):586-592. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.09.015>
29. Kim MK, Chon SJ, Noe EB, et al. Associations of dietary calcium intake with metabolic syndrome and bone mineral density among the Korean population: KNHANES 2008–2011. *Osteoporos Int*. 2017; 28(1):299-308. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3717-1>
30. Park S, Kim K, Lee B, Ahn J. A healthy diet rich in calcium and vitamin C is inversely associated with metabolic syndrome risk in Korean adults from the KNHANES 2013–2017. *Nutrients*. 2021; 13(4):1312. <https://doi.org/10.3390/n13041312>
31. Mena-Sánchez G, Becerra-Tomás N, Babio N, Salas-Salvado J. Dairy Product Consumption in the Prevention of Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Adv Nutr*. 2019;10(Suppl 2): S144-S153. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy083>
32. Feeney EL, O'Sullivan A, Nugent AP, et al. Patterns of dairy food intake, body composition and markers of metabolic health in Ireland: results from the National Adult Nutrition Survey. *Nutr Diabetes*. 2017; 7(2):e243. <https://doi.org/10.1038/nutd.2016.54>
33. Babio N, Becerra-Tomás N, Martínez-González M, et al. Consumption of Yogurt, Low-Fat Milk, and Other Low-Fat Dairy Products Is Associated with Lower Risk of Metabolic Syndrome Incidence in an Elderly Mediterranean Population. *J Nutr*. 2015; 145(10): 2308-2316. <https://doi.org/10.3945/jn.115.214593>
34. Cheng L, Hu D, Jiang W. Dietary calcium intake and the risk of metabolic syndrome: Evidence from observational studies. *Public Health Nutr*. 2019; 22(11):2055-2062. <https://doi.org/10.1017/s1368980019000247>

Recibido: 02/07/2022  
Aceptado: 24/01/2023

## Ultra-processed foods in institutional food services: what are diners eating?

Marina Padovan<sup>1</sup> , Diogo Thimoteo da Cunha<sup>1</sup> , Carla Adriano Martins<sup>2</sup> ,  
Alyne Michelle Botelho<sup>3</sup> , Nicole de Souza Bim<sup>1</sup> , Anne Rodrigues Nicoletto<sup>1</sup> ,  
Giovanna Medeiros Rataichesk Fiates<sup>3</sup> , Caroline Dário Capitani<sup>1</sup> .

**Abstract: Ultra-processed foods in institutional food services: what are diners eating? Introduction.** Frequent use of ultra-processed foods (UPF) leads to poor health outcomes, and the population must avoid their consumption. **Objective.** To assess the occurrence of ultra-processed foods (UPFs) in culinary lunch menus from various institutional food services. **Materials and methods.** Over one month, the five institutional food services analyzed served 1,128 culinary preparations; and a total of 3,863 ingredients were classified according to the extent and purpose of processing using the NOVA classification system. Associations between the occurrence of UPFs and the type, size, and management of food service establishments were analyzed. Five institutional food services in three municipalities (Bauru, Limeira, and Campinas), Brazil. **Results.** We found 8.4 % up to 12.6 % UPF ingredients used in culinary preparations. The highest frequency of UPFs was associated with private cafeterias ( $p = 0.002$ ). Most UPFs were part of the recipe or the main ingredient in protein dishes and desserts ( $p < 0.05$ ) and in university and hospital food services, respectively. UPF use was associated with food service size and type of management ( $p \leq 0.003$ ) and was more prevalent in protein dishes ( $p = 0.003$ ) and large-size institutional food services (28.8 %). Self-managed units ( $p = 0.03$ ) also use high amounts of UPFs in protein dishes (20.3 %). **Conclusions.** The presence of UPF rounded 10%; the validity of this value needs further studies. There are no comparative data in the scientific literature regarding the use of these ingredients in institutional food service culinary preparations. Therefore, it is necessary to stimulate reflection to promote healthy food habits and adequate nutrition for diners. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 8-18.**

**Keywords:** Ultra-processed foods, institutional food service, lunch menus, diner's health.

**Resumen: Alimentos ultraprocesados en los servicios de alimentación institucionales: ¿qué comen los comensales?. Introducción.** El uso frecuente de alimentos ultraprocesados (UPF) conduce a complicaciones de salud, y la población debe evitar su consumo. **Objetivo.** Evaluar la presencia de alimentos ultraprocesados (UPFs) en los menús de almuerzos de diversos servicios de alimentación institucionales. **Materiales y métodos.** Durante un mes, los cinco servicios de alimentación institucionales analizados sirvieron 1.128 preparaciones culinarias; y se clasificaron un total de 3.863 ingredientes según el alcance y el propósito del procesamiento, utilizando el sistema de clasificación NOVA. Se analizaron las asociaciones entre la ocurrencia de UPFs y el tipo, tamaño y gestión de los establecimientos de servicio de alimentos. Cinco servicios institucionales de alimentación en tres municipios (Bauru, Limeira y Campinas), Brasil. **Resultados.** Se encontró entre un 8,4 % hasta un 12,6 % de ingredientes UPF utilizados en las preparaciones culinarias. La mayor frecuencia de UPF se asoció a cafeterías privadas ( $p = 0,002$ ). La mayoría de los UPFs formaban parte de la receta o eran el ingrediente principal en platos proteicos y postres ( $p < 0,05$ ) y en los servicios de alimentación universitarios y hospitalarios, respectivamente. El uso de UPFs se asoció con el tamaño del servicio de alimentación y el tipo de gestión ( $p \leq 0,003$ ) y fue más frecuente en platos proteicos ( $p = 0,003$ ) y servicios de alimentación institucional de gran tamaño (28,8 %). Las unidades autogestionadas ( $p = 0,03$ ) también utilizan altas cantidades de UPF en platos proteicos (20,3 %). **Conclusiones.** La presencia de UPF ronda el 10 %; la validez de este valor necesita más estudios. No existen datos comparativos en la literatura científica sobre el uso de estos ingredientes en las preparaciones culinarias de los servicios de alimentación institucional. Por ello, es necesario estimular la reflexión para promover hábitos alimentarios saludables y una adecuada nutrición de los comensales. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 8-18.**

**Palabras clave:** alimentos ultraprocesados, servicio de alimentación institucional, menús de almuerzo, salud del comensal.

### Introduction

The NOVA classification aims to classify foods according to the extent and purpose of their industrial processing if any (1). The NOVA categorizes foods into four groups: Group 1 - *in natura* or minimally processed foods; Group

<sup>1</sup>Laboratório Multidisciplinar de Alimentos y Salud (LabMAS), Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), Calle Pedro Zaccaria 1300, Jd Santa Luzia, Limeira, São Paulo 13484-350, Brasil. <sup>2</sup>Instituto de Alimentación y Nutrición, Centro Multidisciplinario UFRJ-Macaé, Universidad Federal de Rio de Janeiro - UFRJ, RJ, Macaé, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Nutrición, Universidad Federal de Santa Catarina, Centro de Ciencias de la Salud, Campus Universitario, Trindade, CEP, SC, Florianópolis, 88040-970, Brasil  
Autor para la correspondencia: Dr. Caroline Dário Capitani, E-mail: caroline.capitani@fca.unicamp.br



2 - processed culinary ingredients; Group 3 - processed foods; and Group 4 - ultra-processed foods (UPFs). UPFs refer to those foods that contain at least one item within their ingredients that is characteristic of the NOVA ultra-processed food group, i.e., food substances that are never or rarely used in cooking - such as cosmetic food additives, different types of sugars, and modified oils, which allow shelf-life extension and may give the product other sensory properties (1). Most often, UPFs have high levels of total fat, free sugars, and sodium and lower levels of protein, fiber, and micronutrients (1,2). Due to the chemical properties of UPFs, there are several diseases and co-morbidities which may result from their consumption, such as the increased risk of mortality (3-6), development of cardiovascular disease (7,8), metabolic syndrome (9,10), overweight and obesity (11-14), depression (15), and gastrointestinal disorders (16).

Although the evidence of health problems associated with UPF consumption is clear, it is worth noting that these foods generally demonstrate 'attractive' aspects, such as convenient preparation or consumption, long shelf-life, and hyper palatability. These reasons may favor the exponential growth of the UPF market in the food service industry (17). Food service establishments frequently serve UPFs, such as ready-to-eat condiments, beverages, and desserts (18). However, we do not have national data to justify the high use of UPFs in these locals. Logistics and financial resources of food service operations may increase the use of UPF.

The food service industry includes many businesses, institutions, and companies that prepare meals outside the home (19). Among them are institutional food services, such as establishments that provide food in schools, public and private cafeterias, hospitals, and universities (20). According to Brazilian legislation, institutional food services must be managed by a nutritionist (21). Studies conducted in Brazil over the last twenty years show that meals served in institutional food services, especially in private cafeterias, are excessively high in calories and promote an increase in body mass index (BMI) and

the prevalence of obesity (22-28). It is necessary to emphasize that such studies do not evaluate the quality of ingredients used in the culinary preparation of food services. Therefore, this paper attempts to fill a scientific gap in this area, aiming to evaluate the quality of culinary ingredients according to their degree of industrial processing, understanding that the use of UPFs in the menus of institutional food service could help to develop specific strategies for this sector. This study is the first that attempts to evaluate and classify each recipe offered in different types of institutional food services using a thorough assessment. Thus, this study aimed to analyze the ingredients used in various categories of the institutional food service menus, according to the NOVA classification, and evaluate the occurrence of UPFs in all culinary preparations.

## **Materials and Methods**

### *Contact with the units and inclusion criteria*

A cross-sectional, descriptive, and exploratory study was developed after approval from the Research Ethics Committee of the University of Campinas (UNICAMP) (No. 3.115.326). This study was conducted in institutional restaurants in the Campinas region, São Paulo - Brazil. The sample consisted of five institutional food service facilities in three municipalities (Bauru, Limeira, and Campinas) in the interior of the Brazilian state of São Paulo. The study included institutional food service facilities (private cafeterias in companies, private hospitals, and universities). Selection criteria included that a) had a nutritionist as manager and b) served at least one full meal. The menu must consist of a salad (leafy green option), base dish (rice and beans), protein dish (red or white meat), a side dish to accompany the main course (i.e., mashed potatoes), dessert (fruit or ready-made, i.e., gelatin), and an optional beverage.

Contact with food services took place from April 2019 to March 2020, initially by phone and later by email, to present the study's details. Out of 117 food services contacted, five agreed to participate in the study (4.2%), namely #1: university A; #2: private cafeteria A; #3: private cafeteria B; #4: hospital; and #5: university B. Note that the menu analyzed at the hospital was served only to hospital staff. The number of adherences was low mainly because, in Brazil, no legislation obliges establishments to disclose the ingredients used in culinary preparations. Therefore, there may be fear on the part of institution managers to reveal the

ingredient composition since it is known that ultra-processed foods should be avoided. Also, due to the Covid-19 pandemic scenario, data collection could not continue as planned beyond March 2020.

#### Data collection

In-person, data-collection occurred from April to November 2019. Analyses of lunch menus took place over one month (24 days on average). All culinary preparations served during this period were first registered ('name of preparation'), and their ingredients were listed. Meal's standard recipes were checked, and if the institution did not have a technical file, the preparation procedures were observed on-site with the cook in charge. A team of trained researchers carried out this procedure by adopting a qualitative assessment of the menu preparations without any quantitative measurement of ingredients.

An image database of package photographs from stocks available in both the dry and refrigerated deposits served to compile the ingredient lists of prepared foods. The access to ingredient lists allowed us to classify in-stock items as processed foods or UPFs according to NOVA classification (1). It was necessary to categorize all the ingredients used for each lunch preparation rather than the culinary preparation *per se*.

In this study, the acronym UPFs represent all ultra-processed foods utilized. It includes foods and ultra-processed ingredients used in culinary preparations, such as sausage and meat seasoning.

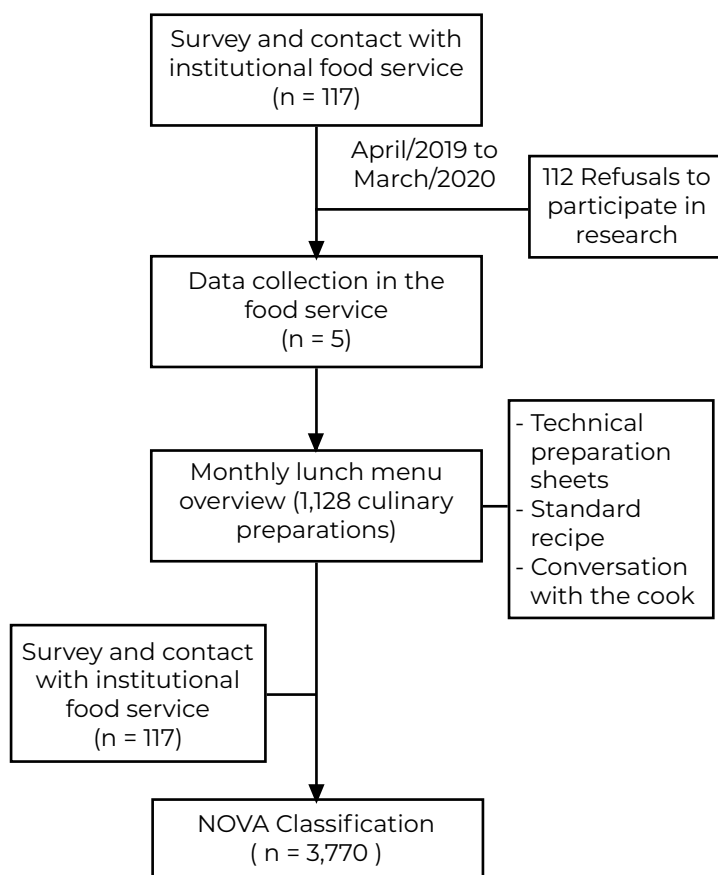
#### Classification of ingredients and items in stock

A decision flowchart (Botelho et al., (29), as adapted by Monteiro et al., (1), was used to avoid the under or overestimation of Nova Ingredients (1). With this tool, we used the same classification criteria for all ingredients. Four groups were established: unprocessed or minimally processed food; processed culinary ingredients (such as oils, fats, salt, and sugar); processed food; and UPF. The classification obtained was verified by another researcher to warrant reliability.

If there was not enough information on an ingredient for its classification, for instance, if the label did not provide a list of ingredients, the Conservative-Criterion was used (30). According to this norm, when in doubt, the item is retained or classified in the lowest level of processing. Figure 1 illustrates the development stages of the study and the ingredient classification.

#### Characteristics of institutional food services

Institutional food services were classified into three groups by their size based on the number of meals served daily: small (up to 500 meals per day), medium (501 to 2.000 meals per day), and large (2.001 to 10.000 meals per day) (31). We also grouped them by local type (university, company, or hospital) and management (outsourced or self-managed)



**Figure 1.** Development stages of the study and the classification of ingredients.

### Statistical analysis

The occurrence of UPFs in each menu category was identified and described as frequency (absolute and relative); a 95 % confidence-interval was established. Pearson's chi-square test was used to establish associations between the occurrence of UPF and various characteristics of food services. For this purpose, the items from NOVA were divided into two groups, the first including in natura/minimally processed foods, processed culinary ingredients, and processed foods (referred to as the "non-UPF" group) and the other containing only UPFs. For the analyses, food services were grouped by type of establishment: private cafeterias (n = 2), public hospitals (n = 1), and public universities (n = 2). Associations were also made based on the food service size (small, medium, or large), type (university, company, or hospital), and management (outsourced or self-managed) (31). Analyses were conducted using the Statistical Package for Social Sciences, version 15.0.1 (SPSS Inc., Chicago, Ill., USA). Values of  $p < 0.05$  were considered significant.

### Results

A total of 3,863 ingredients used in 1,128 culinary preparations included in the one-month lunch menus of the five food services were analyzed. Two food services were small-sized (#2 and #4 served up to 500 meals per day), two were medium-sized (#3 and #5 served between 501 and 2000 meals per day), and one was large (#1 served more than 2001 meals per day). Regarding the management of food services, three were outsourced (#2, #4, and #5), and two were self-managed (#1 and #3). The conservative criterion was applied to 316 ingredients (8.18 %) of the total of 3,863 items in the menus, with the conservative-criterion being most used in private cafeterias (n = 169), followed by the hospital (n = 96) and universities (n = 51). The sample included food services with different characteristics regarding the standardized menu. Thus, the categories "vegetarian dishes" and beverages (artificial juices) were not used for evaluation analysis in this study,

as they were missing from 60% of the food services. In this way, the results of the analyses of 3,770 ingredients used in the other menu categories are presented.

### Occurrence of UPFs in menus

The frequency of occurrence of UPFs in lunch menus varied. The average use of UPF in the food services searched was 10.8 %. Restaurant #3 (private cafeteria) had the highest proportion of UPFs on the menu (13.1%;  $p=0.002$ ), followed by restaurant #2 (private cafeteria) with 12.3 %. Restaurant #1 (university) and restaurant #4 (hospital) showed, respectively, 10.6 % and 9.9 % of UPF occurrence on the menu, while restaurant #5 (university) had the lowest (6.5 %). When analyzing the prevalence of UPFs by the type of food service establishment, a higher association of the use of UPFs ( $p = 0.002$ ) in comparison to non-UPFs was found in private cafeterias (12.6 %), followed by the hospital (9.9%), and universities (8.4 %) (Table 1).

Table 2 shows the occurrence of ingredients in each menu category and by NOVA, size, and management of food services. An association was found between the use of UPFs in salads ( $p < 0.001$ ) and the side dishes ( $p = 0.009$ ) served in the restaurants of the private cafeterias, with a frequency of 9.3 % and 20.3 %, respectively. The frequency of UPF use in protein dishes was higher in universities ( $p < 0.001$ ). On

**Table 1.** Occurrence of ingredients on the menu of the evaluated food services, grouped according to the NOVA classification.

| Food service             | NOVA classification * |              | Total n (%) |
|--------------------------|-----------------------|--------------|-------------|
|                          | Non-UPFs n (%)        | UPFs a n (%) |             |
| Universities (n=2)       | 831 (91.6)            | 76 (8.4)     | 907 (100)   |
| Private cafeterias (n=2) | 1597 (87.4)           | 231 (12.6)   | 1828 (100)  |
| Hospital                 | 933 (90.1)            | 102 (9.9)    | 1035 (100)  |
| Total                    | 3361 (89.2)           | 409 (10.8)   | 3770 (100)  |

\*Grouping is according to the NOVA classification (1).  $p = 0.002$ , significant occurrence of UPFs in culinary preparations. Non-UPFs: includes in natura or minimally processed foods, processed culinary ingredients, and processed foods; UPFs: includes ultra-processed foods only.

**Table 2.** Occurrence and associations of ingredients in each menu category according to the NOVA classification, size, and management of food services.

| Menu categories | NOVA Classification* | Total % | Food service       |                          |                | p      | Size‡       |              |             | p      | Management§           |                  | p    |
|-----------------|----------------------|---------|--------------------|--------------------------|----------------|--------|-------------|--------------|-------------|--------|-----------------------|------------------|------|
|                 |                      |         | Universities (n=2) | Private cafeterias (n=2) | Hospital (n=1) |        | Large (n=1) | Medium (n=2) | Small (n=2) |        | Self-management (n=2) | Outsourced (n=3) |      |
|                 |                      |         | %                  | %                        | %              |        | %           | %            | %           |        | %                     | %                |      |
| Salad           | IN/MP                | 75.9    | 96.9               | 69.7                     | 67.7           |        | 98.0        | 72.7         | 71.9        |        | 85.4                  | 72.7             |      |
|                 | ICP                  | 9.3     | 0.5                | 7.3                      | 20.2           | <0.001 | 0           | 12.0         | 3.1         | <0.001 | 1.5                   | 12.0             | 0.54 |
|                 | P                    | 7.6     | 1.5                | 13.8                     | 3.1            |        | 2.0         | 8.5          | 8.3         |        | 5.1                   | 8.5              |      |
|                 | UPF                  | 7.1     | 1.0                | 9.3                      | 9.0            |        | 0           | 6.8          | 16.7        |        | 8.1                   | 6.8              |      |
|                 | Total                | 100     | 100                | 100                      | 100            |        | 100         | 100          | 100         |        | 100                   | 100              |      |
| Protein dish    | IN/MP                | 52.3    | 42.3               | 54.0                     | 56.5           |        | 38.7        | 53.8         | 54.1        |        | 49.5                  | 53.8             |      |
|                 | ICP                  | 22.3    | 21.9               | 21.2                     | 25.6           | <0.001 | 18.0        | 23.4         | 21.2        | 0.003  | 20.3                  | 23.4             | 0.03 |
|                 | P                    | 8.0     | 11.4               | 7.2                      | 7.2            |        | 14.4        | 7.2          | 7.3         |        | 9.5                   | 7.2              |      |
|                 | UPF                  | 17.4    | 24.4               | 17.6                     | 10.8           |        | 28.8        | 15.5         | 17.4        |        | 20.8                  | 15.5             |      |
|                 | Total                | 100     | 100                | 100                      | 100            |        | 100         | 100          | 100         |        | 100                   | 100              |      |
| Side dish       | IN/MP                | 50.6    | 56.1               | 47.3                     | 55.2           |        | 45.7        | 52.0         | 46.2        |        | 46.1                  | 52.0             |      |
|                 | ICP                  | 25.7    | 25.5               | 25.2                     | 27.0           | 0.009  | 25.7        | 24.8         | 29.5        | 0.35   | 28.7                  | 24.8             | 0.15 |
|                 | P                    | 6.9     | 7.1                | 7.1                      | 6.3            |        | 8.6         | 7.6          | 3.8         |        | 4.8                   | 7.6              |      |
|                 | UPF                  | 16.8    | 11.2               | 20.3                     | 11.5           |        | 20.0        | 15.6         | 20.5        |        | 20.4                  | 15.6             |      |
|                 | Total                | 100     | 100                | 100                      | 100            |        | 100         | 100          | 100         |        | 100                   | 100              |      |
| Dessert         | IN/MP                | 65.2    | 67.2               | 74.8                     | 52.6           |        | 71.4        | 69.2         | 48.1        |        | 56.1                  | 69.2             |      |
|                 | ICP                  | 5.7     | 6.9                | 8.1                      | 2.1            | <0.001 | 10.7        | 1.6          | 16.7        | 0.19   | 14.6                  | 1.6              | 0.07 |
|                 | P                    | 6.4     | 1.7                | 9.9                      | 5.3            |        | 0           | 3.3          | 20.4        |        | 13.4                  | 3.3              |      |
|                 | UPF                  | 22.7    | 24.1               | 7.2                      | 40.0           |        | 17.9        | 25.8         | 14.8        |        | 15.9                  | 25.8             |      |
|                 | Total                | 100     | 100                | 100                      | 100            |        | 100         | 100          | 100         |        | 100                   | 100              |      |

\* Retrieved from NOVA (1). IN /MP: in natura or minimally processed food; ICP: processed culinary ingredients; P: processed food; UPF: ultra-processed food.

‡ Size. Small: up to 500 meals per day; medium: from 501 to 2000 meals per day; large: more than 2001 meals per day.

§ Management. Outsourced: hospital, one university, and one company; self-management: one university and one company

average, this menu category contained 17.4 % UPFs. For desserts, there was an association with the use of UPFs in hospital meals ( $p < 0.001$ ), which contained up to 40 % UPFs on average. No association was found in the analysis of rice and beans (base dish), as the food services do not use UPFs in these culinary preparations.

Classification of ingredients into menu categories according to the size and management of institutional food services.

The occurrence of UPFs in the menu categories was related to the size and type of management in the food service. Regarding size, there was an association between salads ( $p < 0.001$ ) and protein dishes

( $p = 0.003$ ). Small food services used more UPFs in salads (16.7 %), while the large ones used more UPFs in protein dishes (28.8 %) (Table 2). UPFs were related to the type of management only in protein dishes ( $p = 0.03$ ), with more use in food services with self-management (20.3 %) (Table 2).

The most frequently used UPFs in the menu categories

Table 3 shows the most frequently used UPFs in each menu category. The most commonly used UPFs in the private cafeteria salads were: mayonnaise, mozzarella cheese, chicken broth, soy sauce, and cream. In addition,

**Table 3.** Ultra- processed foods (UPFs) with the largest share in each category of the menus of the food and nutrition units studied. Campinas, 2019

| Menu categories | Ingredients |                   |                |                   |               |
|-----------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------|
|                 | n (%)       |                   |                |                   |               |
| Salad           | Mayonnaise  | Mozzarella cheese | Chicken broth  | Soy sauce         | Heavy cream   |
|                 | 15 (1.94)   | 5 (0.65)          | 4 (0.52)       | 3 (0.39)          | 3 (0.39)      |
| Protein dish    | Soy sauce   | Mozzarella cheese | Broth          | Mustard           | Chicken broth |
|                 | 28 (2.71)   | 26 (2.52)         | 11 (1.07)      | 11 (1.07)         | 8 (0.78)      |
| Side dish       | Margarine   | Mozzarella cheese | Ham            | Pepperoni sausage | Cream cheese  |
|                 | 18 (2.65)   | 14 (2.06)         | 8 (1.18)       | 8 (1.18)          | 5 (0.74)      |
| Dessert         | Gelatin     | Pudding powder    | Condensed milk | Curing powder     | Creamy guava  |
|                 | 16 (6.03)   | 9 (3.41)          | 5 (1.89)       | 5 (1.89)          | 3 (1.14)      |

private cafeterias provided condiments like ready-made salad dressings that, although not counted as an ingredient in the recipe, were used frequently, as observed during on-site data collection. In the side dishes, we listed margarine, mozzarella cheese, ham, pepperoni sausage, and cream cheese as the main UPFs. In protein dishes, the main UPFs used included prepared condiments, mozzarella cheese, and mustard sauce, while in desserts, gelatin, and ready-to-use powdered mixes for sweets stood out as the principal UPFs.

### Discussion

The most frequently used UPFs in the menu categories

Table 3 shows the most frequently used UPFs in each menu category. The most commonly used UPFs in the private cafeteria salads were: mayonnaise, mozzarella cheese, chicken broth, soy sauce, and cream. In addition, private cafeterias provided condiments like ready-made salad dressings that, although not counted as an ingredient in the recipe, were used frequently, as observed during on-site data collection. In the side dishes, we

listed margarine, mozzarella cheese, ham, pepperoni sausage, and cream cheese as the main UPFs. In protein dishes, the main UPFs used included prepared condiments, mozzarella cheese, and mustard sauce, while in desserts, gelatin, and ready-to-use powdered mixes for sweets stood out as the principal UPFs.

In general, from 6.8 % to 13.1 % of UPFs were used in the culinary preparations of the five food service menus. Private cafeterias had the highest occurrence of UPFs on the menus, with food service #3 representing the highest use of UPFs (13.1%). These values appear meaningful. Generally, UPFs increase the concentration of sugars, fats, and sodium and decrease the concentration of proteins, fibers, and micronutrients in the diet (1).

Associations were found between UPFs' presence in all menu categories, except for the base dish (rice and beans), which contained no UPFs. The consumption of rice and beans at lunchtime is a Brazilian habit using only natural spices, such as garlic and onions, is in line with the requirements for a healthy diet and the nutritional guidelines recommended by the Dietary Guidelines for the Brazilian Population (32,33). We observed that mayonnaise and ready-to-eat sauces were the main UPFs used in the salads in private cafeterias. They may increase, for instance, the sodium levels in these culinary preparations (34), despite the nutritional recommendations encouraging the consumption of vegetables in salads (34).

Interestingly, the main ingredients contributing to UPFs (17.4%) in protein dishes were ready-made seasonings (i.e., stock cubes), for fresh or minimally processed meat, or meat substitutes, like sausage, chicken steaks, and others. Ready-made condiments are generally convenient, while meat substitutes are a cheaper alternative for fresh meat preparations. According to a Brazilian population survey (Household Budget Survey), meat consumption in Brazil remains high and, together with rice and beans, forms the staple of the traditional Brazilian diet (35). Therefore, it is necessary to monitor the tendency to include these meat substitutes due to the high price of fresh meat. For example, in the last three years (between July 2019 and April 2021), meat prices increased by 38% in the State of São Paulo, Brazil (36). Meat substitutes are easy to prepare (1), cost less than protein sources from other NOVA groups (37), do not require specialized professionals to prepare (38), and are accessible and convenient (39,40). Considering the relationship of UPFs used in protein dishes with the company size, like the large university, it probably results from the simplicity of preparing these foods (1), as large-size food services require adjustment in operationalization and cost control. Although it is difficult to derive an explanation from these results, a meaningful debate can be motivated. In this case, while the average use of UPFs was 17.4 %, in food establishments with a self-management system, it was 20.8 %. Besides the costs, some influencing factors can be mentioned (41), such as the storage capacity, the feasibility of the offer, the number of employees, and technological innovation. In addition, in some food service institutions, like public institutions (large university #1), the food procurement process faces certain obstacles during the tendering and budget forecasting process (31).

UPFs should be avoided (32). It is important to note that in the case of the private cafeterias, the use of UPFs in the side dish was probably due to the need to diversify the menu since they usually offer three types of side dishes daily. While using UPFs facilitates the preparation and increases acceptability, it reduces the availability of minimally processed foods. Besides, considering the results found and the most commonly used UPFs in all menu categories replacing most UPF items could be relatively easy in the food services since most of them are not the main ingredient of the dishes, except in the dessert case, and some protein dish preparations. It is also worth noting that although drinks were present on the menu of two food services, they were always UPFs.

Despite being early, it is necessary to discuss the presence of UPFs in desserts (30%), especially in the hospital (40%). Despite being served only to hospital staff, it is relevant to identify which factors determine this choice (i.e., the food service contract). Sometimes, these kinds of desserts, like ready-made desserts, are used for convenience. Therefore, starting from the premise that hospitals are health-promoting institutions is essential to consider the nutrition education initiatives carried out by local dietitians trained to promote health interventions (42,43).

Besides the associations of UPF occurrence with size, management, and menu category, it is necessary to discuss the various health problems associated with frequent UPF consumption (43). Recurrent consumption of UPFs in meals consumed inside and outside the home can affect population health, as shown by various national and international studies (8,10,11,16,40,44-47). Considering that workers or students visit restaurants or institutional cafeterias about 20 days a month, it is reasonable to assume that regular exposure to UPFs may promote diseases related to poor nutrition. For this reason, the premise was that the absence or minimal presence of UPFs in the culinary preparations served in these food service establishments should be the "ideal" as these places should be health-promoting environments and "safe places" committed to offering healthier food and preparations. Although the nutritional parameters established in the national recommendations must guide the development of food service menus (48), the regular consumption of UPFs, to the detriment of offering in natura or minimally processed foods, can increase the consumption of fats and additives and reduce the levels of protein, fiber, and micronutrients, such as iron and zinc (1,18,40). For these reasons, it is necessary to carefully assess the quality of meals beyond the calculation of nutritional value and to publish the ingredients for the different culinary preparations on menus, as every consumer should know what they are eating (49).

The results of the present study can contribute to a discussion on the appropriateness of using UPFs in institutional food services. It should be borne in mind that even minimally processed foods have a certain level of convenience and that fresh food preparation can be made more practical by using appropriate kitchen equipment and developing the skills of the food handlers. In this sense, the current study justifies the implementation of training programs to favor the development of culinary skills of nutritionists and food handlers for healthy and practical meal preparation. The enactment of permanent food and nutrition education programs for those involved in food purchasing and production is necessary because everyone should be aware of the impact of UPF consumption on the population's health. To limit the abundance of UPFs in the food environment of institutional food services, we should promote public awareness of this issue to promote adequate and healthy diets for the population in general.

#### Study limitations

This study has some limitations, described as follows: the lack of technical preparation sheets for most preparations, and possible errors in reporting, forgetting or changing recipes by the cook in charge (i.e., emergency substitutions) or differences between what is written on the technical sheets or in the recipe book for a given preparation. Although this limitation reflects the reality of restaurants, the researchers consulted the standard recipe and, if necessary, the cook in charge. It is important to note that the scenario of the COVID-19 pandemic, followed by the policy of social isolation and the impact suffered by the restaurant sector during this period, contributed to an increase in the refusal of managers to participate in this research.

Although this is a preliminary study, it shows that the quality of meals on institutional food service menus requires a careful assessment to comply with the recommendations of recent studies and the Dietary Guidelines for

the Brazilian Population (32). More comprehensive studies are needed to investigate possible links between eating habits and regular consumption of meals served in institutional restaurants and workers' health. There is also a need to study consumer perceptions and their health status to determine the possible harms of the frequent consumption of ultra-processed foods.

### Conclusions

UPF usage was widespread in all categories of the analyzed menus except for the base dish (rice and beans). Private cafeterias had a higher occurrence of UPFs in the general menu. Their presence in each menu category, particularly in the protein dish, was prominent in universities. The results of the present study may stimulate reflections to improve the quality of ingredients used in the different culinary preparations in institutional food services. Moreover, it is necessary to emphasize that most of the UPF items in our study are easily replaceable since they are not the main ingredients except in desserts. This measure could effectively avoid the consumption of UPFs by diners. The GAPB and the NOVA classification bring qualitative recommendations for ingredients and foods. The present study focuses on quantitative data based on ingredients used in culinary preparations. So, it was impossible to infer whether our data were high or low. Our data serve as a warning for institutional food services, which should be aware of the health conditions of local diners. Finally, it is necessary to discuss the rights of consumers to have access to information on which and how much of each ingredient appears in each culinary preparation served so that they can make healthier food choices. Further studies are needed to assess the prevalence of these foods on menus to support appropriate policy decisions to reduce the institutional use of UPFs.

### Acknowledgements

We are grateful for the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for the scientific scholarship granted to N.S.B. (PIBIC CNPq) and the São Paulo State Research Support Foundation (FAPESP – Process 2019/06745-4) for the scientific initiation scholarship granted to A.R.N.

### Financial Support:

This study was financed in part by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES – Brazil) - Finance Code 001, by the scholarship granted to M. P.

### Conflict of interest:

No conflicts of interest declared.

### References

1. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB *et al.* Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutr.* 2019;22(5):936-941. doi:10.1017/S1368980018003762
2. Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M, Costa Louzada ML, Pereira Machado P. 2019. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome, FAO
3. Blanco-Rojo R, Sandoval-Insausti H, López-García E *et al.* Consumption of ultra-processed foods and mortality: a National Prospective Cohort in Spain. *Mayo Clin Proc.* 2019;94(11):2178–2188. doi: 10.1016/j.mayocp.2019.03.035
4. Kim H, Hu EA, Rebholz CM. Ultra-processed food intake and mortality in the USA: results from the third National Health and nutrition examination survey (NHANES III, 1988-1994). *Public Health Nutr.* 2019;22(10):1777-1785. doi: 10.1017/S1368980018003890.
5. Rico-Campa A, Martínez-González MA, Álvarez-Alvarez I. *et al.* Association between consumption of ultra-processed foods and all cause mortality: SUN prospective cohort study. *BMJ.* 2019 May 29;365: l1949. doi: 10.1136/bmj.l1949.
6. Schnabel L, Kesse-Guyot E, Alles B. *et al.* Association between Ultraprocessed food consumption and risk of mortality among middle-aged adults in France. *JAMA Intern Med.* 2019;179(4):490–498. doi: 10.1001/jamainternmed.2018.7289.
7. Mendonça RD, Pimenta AM, Gea A. *et al.* Ultraprocessed food consumption and risk of overweight and obesity: the University of Navarra Follow-Up (SUN) cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2016;104(5):1433-1440. doi: 10.3945/ajcn.116.135004.
8. Srour B, Fezeu LK, Kesse-Guyot E, Alles B, Mejean C. *et al.* Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé). *BMJ.* 2019;365: l1451. doi: 10.1136/bmj.l1451.
9. Lavigne-Robichaud M, Moubarac JC, Lantagne-Lopez S. *et al.* Diet quality indices in relation to metabolic syndrome in an Indigenous Cree (Eeyouch) population in northern Québec, Canada. *Public Health Nutr.* 2018;21(1): 172–180. doi: 10.1017/S136898001700115X.
10. Martínez-Steele E, Juul F, Neri D, Rauber F, Monteiro CA. Dietary share of ultra- processed foods and metabolic syndrome in the US adult population. *Prev Med.* 2019; 125:40–48. doi: 10.1016/j.ypmed.2019.05.004.
11. Louzada MLC, Baraldi LG, Steele *et al.* Consumption of ultra-processed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults. *Prev Med.* 2015; 81:9–15. doi: 10.1016/j.ypmed.2015.07.018.
12. Juul F, Martinez-Steele E, Parekh N, Monteiro CA, Chang VW. Ultra-processed food consumption and excess weight among US adults. *Bri J Nutr.* 2018;120(1):90–100. doi: 10.1017/S0007114518001046.
13. Nardocci M, Leclerc BS, Louzada ML, Monteiro CA, Batal M, Moubarac JC. Consumption of ultra-processed foods and obesity in Canada. *Can J. Public Health.* 2019;110(1): 4–14. doi: 10.17269/s41997-018-0130-x.
14. Canhada SL, Luft VC, Giatti L *et al.* Ultra-processed foods, incident overweight and obesity, and longitudinal changes in weight and waist circumference: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Public Health Nutr.* 2020; 23 (6):1076-1086. doi:10.1017/S1368980019002854
15. Adjibade M, Julia C, Alles B *et al.* Prospective association between ultra-processed food consumption and incidente depressive symptoms in the French NutriNet-Santé cohort. *BMC Med.* 2019;17:78. doi: 10.1186/s12916-019-1312-y.
16. Schnabel L, Buscail C, Sabate JM, *et al.* Association Between Ultra-Processed Food Consumption and Functional Gastrointestinal Disorders: Results From the French NutriNet-Santé Cohort. *The Am J Gastroenterol* 2018, 113(8), 1217–1228. doi: 10.1038/s41395-018-0137-1
17. ABIA - Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação. Mercado Food Service, 2017. Available in: <https://www.abia.org.br/cfs2017/mercado.html>.
18. Guilherme RC, Canuto R, Clark SGF *et al.* Alimentação do Trabalhador: uma avaliação em indústrias no nordeste do Brasil. *Cien Saúde Colet.* 2020;25(10):4013-4020. doi:10.1590/1413-812320202510.29512018.
19. United States Department of Agriculture (USDA). Food Service Industry. Disponível em <https://www.ers.usda.gov/topics/food-markets-prices/food-service-industry.aspx>. Acesso dia 04 de Novembro de 2021
20. Conner D.S. Institutional Food Service. In: Thompson P.B., Kaplan D.M. (eds) *Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics*. Springer, Dordrecht. 2014. doi:10.1007/978-94-007-0929-4\_80

21. Brazil. Lei nº 8.234, de 17 de setembro de 1991. Regulamenta a profissão de Nutricionista e determina outras providências [Law #8.234, of 17 September 1991.
22. Burlandy L, Anjos L. Access to food stamps and nutritional status of adults from Northeastern and Southeastern Brazil, 1997. *Cad Saúde Pública.* 2001; 17(6):1457-1464. doi: 10.1590/s0102-311x2001000600016.
23. Veloso IS, Santana VS. Impacto nutricional do programa de alimentação do trabalhador no Brasil *Rev Panam Salud Pública.* 2002;11(1):23-31
24. Savio K, Costa TH, Mizaki E, Schmitz B. Avaliação do almoço servido a participantes do programa de alimentação do trabalhador *Rev Saúde Pública* 2005 39(2):148-155. doi:10.1590/s0034-89102005000200002.
25. Veloso IS, Santana VS, Oliveira NF. The Brazilian Workers' Food Program and its impact on weight gain and overweight. *Rev Saúde Pública,* 2007; 41(5): 769–776. doi:10.1590/s0034-89102007000500011
26. Bandoni DH, Brasil BG, Jaime PC. Programa de Alimentação do trabalhador: Representações sociais de gestores locais. *Rev Saúde Pública.* 2008;40(5):837-842. doi: 10.1590/S0034-89102006000600013
27. Geraldo APG, Bandoni DH, Jaime PC. Aspectos dietéticos das refeições oferecidas por empresas participantes do Programa de Alimentação do Trabalhador na Cidade de São Paulo, Brasil. *Rev Panam Salud Pública.* 2008;23(1):19-25. doi: 10.1590/S1020-49892008000100003
28. Sarno F, Bandoni DH, Jaime PC. Excesso de peso e hipertensão arterial em trabalhadores de empresas beneficiadas pelo Programa de Alimentação do Trabalhador (PTA). *Rev Bras Epidemiol* 2008; 11(3): 453-462. doi: 10.1590/S1415-790X2008000300012.
29. Botelho AM, Camargo AM, Dean M, Fiates GMR. Effect of a health reminder on consumers' selection of ultra-processed foods in a supermarket. *Food Qual Prefer* 2019; 71: 431-437. doi: 10.1016/j.foodqual.2018.08.017.
30. Martínez Steele E, Baraldi LG, Louzada MLC, Moubarac JC, Mozaffarian D, Monteiro CA. Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open.* 2016;6(3):e009892. doi:10.1136/bmjopen-2015-009892.
31. Pinheiro Sant'Ana, Helena M. Planejamento físico-funcional de unidades de alimentação e nutrição. Rio de Janeiro: Rubio. ISBN: 9788564956155 2012.
32. Brazil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira / Ministério da Saúde, secretaria de atenção à saúde, departamento de Atenção Básica 2. ed. – Brasília: Ministry of Health, 2014.
33. Magri Ferreira C, Freitas Barrigossi J.A.: Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar. Technical editors. - Brasília, DF: Embrapa, 2021. (164 p.). ISBN 978-65-87380-27-8
34. Martins CA, de Sousa AA, Veiros MB, González-Chica DA, Proença RP. Sodium content and labelling of processed and ultra-processed food products marketed in Brazil. *Public Health Nutr.* 2015;18(7):1206-1214. doi: 10.1017/S1368980014001736
35. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: Avaliação Nutricional da Disponibilidade Domiciliar de Alimentos no Brasil/ IBGE. 2020. Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro.
36. CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) [Centre for Advanced Studies in Applied Economics. University of São Paulo - Luiz de Queiroz University of Agriculture]. 2021. Available in: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx>>.
37. Maia E, Dos Passos C, Levy R, Bortoletto Martins A, Mais, Claro R. What to expect from the price of healthy and unhealthy foods over time? The case from Brazil. *Public Health Nutr.* 2020; 23(4): 579-588. doi:10.1017/S1368980019003586
38. Scholliers P. Convenience foods. What, why, and when. *Appetite.* 2015; 94:2-6. doi: 10.1016/j.appet.2015.02.017.
39. Brunner TA, Van der Horst K, Siegrist M. Convenience food products. Drivers for consumption. *Appetite.* 2010; 55 (3), 498-506. doi: 10.1016/j.appet.2010.08.017.
40. Koiwai K, Takemi Y, Hayashi F et al. Consumption of ultra-processed foods decreases the quality of the overall diet of middle-aged Japanese adults. *Public Health Nutr* 2019; 22 (16): 2999-3008. doi:10.1017/S1368980019001514.
41. Abreu, Edeli Simoni de. Gestão De unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer Edeli Simoni de Abreu, Mônica Glória Neumann Spinelli, Ana Maria de Souza Pinto. 6 ed. São Paulo: Editora Metha. ISBN: 9788588888371. 2016.
42. Brazil, Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução CFN nº 417, de 18 de Março de 2008
43. Chen X, Zhang Z, Yang H et al. Consumption of ultra-processed foods and health outcomes: a systematic review of epidemiological studies. *Nutr J.* 2020; 19:86. doi:10.1186/s12937-020-00604-1.
44. Hall KD, Ayuketah A, Brychta R et al. Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. *Cell Metab* 2019; 30(1), 67–77. e3. doi: 10.1016/j.cmet.2019.05.008
45. Machado PP, Steele EM., Levy RB, Sui Z, Rangan A, Woods J, Gill T, Scrinis C, Monteiro CA. Ultra-processed foods and recommended intake levels of nutrients linked to non-communicable diseases in Australia: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open* 2019; 9(8): e029544. doi:10.1136/bmjopen-2019-029544
46. Marrón-Ponce JA, Flores M, Cediel G, Monteiro CA, Batis C. Associations between Consumption of Ultra-Processed

- Foods and Intake of Nutrients Related to Chronic Non-Communicable Diseases in Mexico. *J Acad Nutr Diet* 2019; 119(11), 1852-1865. doi: 10.1016/j.jand.2019.04.020
47. Vandevijvere S, Jaacks LM, Monteiro CA, et al. Global trends in ultraprocessed food and drink product sales and their association with adult body mass index trajectories. *Obes Rev* 2019;20(S2):10–19. doi: 10.1111/obr.12860
48. Brazil, Ministério do Trabalho. Portaria Interministerial N° 66 de agosto de 2006. Programa de Alimentação do Trabalhador.
49. Fernandes AC., Oliveira RC., Proença RP, Curioni CC., Rodrigues VM., Fiates GM: Influence of menu labeling on food choices in real-life settings: a systematic review. *Nutr Rev* 2016. 74 (8), 534–548. doi: 10.1093/nutrit/nuw013

Recibido: 14/12/2022  
Aceptado: 30/01/2023

## Propiedades nutritivas y tecno funcionales de barras de pseudocereales adicionadas con soya, mango y granada

Jorge Eduardo Angulo López<sup>1</sup> , Adriana Carolina Flores Gallegos<sup>1</sup> , Rosa María Rodríguez Jasso<sup>1</sup> ,  
Cristóbal Noe Aguilar González<sup>1</sup> , Liliana Serna Cock<sup>2</sup> .

**Resumen: Propiedades nutritivas y tecno funcionales de barras de pseudocereales adicionadas con soya, mango y granada. Introducción.** Las barras de cereal (BC), se comercializan como un *snack* saludable, no obstante, su calidad nutricional es baja. Una alternativa para mejorar esto, es la incorporación de ingredientes como pseudocereales, germinados y subproductos de fruta. **Objetivo.** Evaluar el contenido nutricional y propiedades tecnofuncionales de una barra de cereal formulada a partir de pseudocereales, germinados de soya y subproductos del procesamiento de frutas. **Materiales y Métodos.** Se desarrollaron 6 formulaciones (F0-F5). Se determinó el contenido de proteína y fibra cruda, se seleccionó la formulación que presentó el mayor contenido de estos componentes. A la BC seleccionada se le determinó la digestibilidad in-vitro de la proteína, las propiedades tecnofuncionales potencial prebiótico y actividad inhibitoria de ECA-I. **Resultados.** La formulación seleccionada fue F1 (13,6 g/100 g p.s. proteína y 13,1 g/100 g p.s. fibra cruda). La digestibilidad de la proteína fue del 69 %, el cual es cercano a valores reportados para algunos componentes de la BC. La capacidad de hinchamiento y retención de agua fue 2,55 ml/g; 12,74 %, respectivamente. El crecimiento de *L. brevis* en medio MRS modificado con BC no presentó diferencias estadísticas con el medio control, indicando el potencial prebiótico presente en la BC. La barra de cereal tuvo un 39% de actividad inhibitoria de ECA-I, demostrando la acción de los compuestos bioactivos posiblemente liberados durante la digestión de la BC. **Conclusión.** La formulación desarrollada presenta propiedades funcionales importantes y podría generar beneficios para la salud. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 19-31.**

**Palabras clave:** pseudocereal, barras, subproducto, alimento funcional, prebiótico, fibra.

**Abstract: Nutritional and techno functional properties of pseudocereal bars added with soy, mango and pomegranate. Introduction.** Cereal bars (CB) are marketed as a healthy snack; however, their nutritional quality is low. An alternative to improve this is the incorporation of ingredients such as soybean sprouts, which have a higher protein content than some seeds; as well as fruit by-products that contain important bioactive compounds. **Objective.** To evaluate the nutritional content and techno-functional properties of a cereal bar formulated from pseudocereals, soybean sprouts, and fruit processing by-products. **Materials and Methods.** 6 formulations (F0-F5) were developed. The content of protein and crude fiber was determined, the formulation that presented the highest content of these components was selected. The in-vitro digestibility of the protein, the technofunctional properties, potential prebiotic and inhibitory activity of ACE-I were determined for the selected BC. **Results.** The selected formulation was F1 (13.6g/100g p.s. protein and 13.1g/100 g p.s. crude fiber). Protein digestibility was 69%, which is close to reported values for some CB components. The swelling and water retention capacity was 2.55 ml/g; 12.74%, respectively. The growth of *L. brevis* in modified MRS medium with CB did not present statistical differences with the control medium, indicating the prebiotic potential present in CB. The cereal bar had 39% ACE-I inhibitory activity, demonstrating the action of bioactive compounds possibly released during CB digestion. **Conclusion.** The developed formulation has important functional properties and could generate health benefits. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 19-31.**

**Keywords:** pseudo cereal, bars, by-product, functional food, prebiotic, fiber.

### Introducción

Las barras de cereal son un alimento compuesto por múltiples ingredientes, principalmente cereales (trigo, maíz, avena, arroz), frutas, nueces y azúcar (sacarosa, glucosa y fructosa) (1,2). El mercado ofrece una amplia variedad de barras de cereal enfocadas en segmentos (3), algunas se comercializan como fuente de proteína, fibra

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Bioprocesos y Bioproductos. Departamento de Investigación en Alimentos Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila; Saltillo, Coahuila, México. <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería y Administración; Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; Palmira, Colombia.  
Autor para la correspondencia: Cristóbal Noe Aguilar González, E-mail: cristobal.aguilar@uadec.edu.mx

o funcionales (4). Las BC formuladas con cereales como arroz, avena y maíz, tienen un bajo contenido proteico y carecen de un perfil de aminoácidos completo (5). Este contenido podría mejorarse con la incorporación de germinados de semillas o granos, así como otras fuentes con contenido de nutrientes superior (3,6).

La incorporación de ingredientes autóctonos, subproductos e ingredientes proteicos de bajo costo, ha mejorado a la calidad nutricional de las BC (3,7,8). A pesar de esto la industria se ha centrado en desarrollar productos teniendo más en cuenta las características organolépticas, técnicas y económicas, que nutricionales, y aquellas con calidad nutricional aceptable se comercializan a un precio muy elevado (9).

Los germinados considerados "súper alimentos" son el producto de la germinación de semillas o granos, estos presentan un mayor contenido de nutrientes (proteínas, lípidos, oligoelementos, vitaminas, minerales) y compuestos fenólicos; que los granos secos. Durante el proceso de germinación se multiplica el contenido de nutrientes y se favorece la digestibilidad (10); también se eliminan antinutrientes, como los inhibidores de enzimas en la semilla. De acuerdo con estudios realizados por Silva-Vega, M. et al., (2017) (11) el contenido de proteína en el germinado de las semillas es mayor (30,5 %) que el contenido en la harina de semilla (8,7 %), lo anterior establece la posibilidad de ser usado como materia prima en la alimentación humana y animal. La incorporación de germinados de soya (*Glycine max. L*) deshidratados en la BC podría contribuir con el contenido de proteína, mejorando así la calidad nutricional de la barra desarrolla. Por otra parte, la incorporación de subproductos de frutas es una alternativa para fortalecer la calidad nutricional de los alimentos, debido al contenido de compuestos bioactivos presentes en estos subproductos. El uso agrega valor a los subproductos, reduciendo así la contaminación ambiental y generando beneficios económicos (12).

La cáscara de granada (*Punica granatum*) representa el 40 % del peso de la fruta fresca, es considerada como un residuo, a pesar de que varios estudios han demostrado que es rica en polifenoles, especialmente elagitaninos, que son derivados del ácido elágico, ácidos hidroxibenzoicos y flavonoides, con notables actividades biológicas (13–16), por lo que podría usarse en el desarrollo de formulaciones alimentarias funcionales (17).

En la industrialización del mango (*Mangifera caesia jack ex wall*) se genera una importante cantidad de residuos. En el despulpado, los residuos equivalen entre el 36 - 60 % del peso del fruto fresco, tan solo la cáscara representa del 15 al 20 % del peso total de la fruta (18–20). Los principales compuestos bioactivos que se encuentran en la cáscara de mango son fibra dietética soluble (31 – 33 %), fibra dietética insoluble (32,1 – 34 %), polifenoles (93 – 96,2 mg/g de cáscara seca) y carotenoides (3092,2 µg / g de cáscara seca) (21–23).

La incorporación de pseudocereales como la quinua, amaranto y chía en BC, incrementa el contenido de proteína en comparación, con el uso de productos tradicionales como el arroz u otros cereales inflados (24,25), poseen un elevado índice de valor nutricional y biológico, superior al de los cereales con gluten (trigo, cebada, centeno, avena, y todas sus variedades e híbridos) tanto por su composición equilibrada de los aminoácidos que contienen sus proteínas (globulinas y albúminas), como por su biodisponibilidad o digestibilidad (26). Algunos estudios han revelado las propiedades funcionales de la quinua y el amaranto, incluidos sus efectos supresores sobre el aumento de la presión arterial (27–29).

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el contenido nutricional y propiedades tecnofuncionales de una barra de cereal formulada a partir de pseudocereales, germinados de soya y subproductos del procesamiento de frutas.

## **Materiales y métodos**

### *Materia prima*

Todos los ingredientes fueron adquiridos en el mercado municipal de la ciudad de Saltillo, México. Los germinados de soya, fueron lavados y desinfectados (solución de hipoclorito de sodio (50 ppm) durante

5 min). Se escurrieron sobre toallas de papel; posteriormente fueron secadas a 37 °C durante 12 h en un deshidratador de alimentos eléctrico (Modelo 3926TCDB, Excalibur).

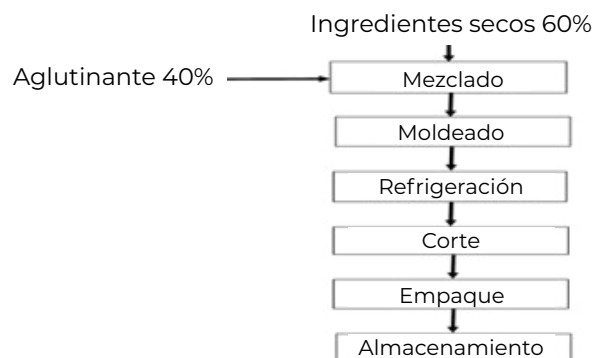
Las cáscaras de granada y mango fueron lavadas y desinfectadas, posteriormente secadas y pulverizadas (30). Se desarrollaron 6 formulaciones de barra de cereal, las cuales se indican en la Tabla 1. La proporción de ingredientes fue de 60 % para ingredientes secos y 40 % para aglutinantes (31). Se determinó el contenido de proteína y fibra cruda, se seleccionó la formulación que presentó el mayor contenido de estos componentes. A la BC seleccionada se le determinó la digestibilidad *in vitro* de la proteína, capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, potencial prebiótico y actividad inhibitoria de ECA-I.

#### Elaboración de barras de cereales

La elaboración de las BC se realizó siguiendo la metodología descrita por Olivera *et al.*, (2012) (31) con algunas modificaciones, en la figura 1 se puede observar el diagrama de flujo del proceso de elaboración de este producto.

#### Análisis bromatológico

Se realizó análisis bromatológico a todas las formulaciones de acuerdo con la metodología



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de BC

establecida por la AOAC (Humedad\_ 925,09, cenizas 923,03, grasas 996,06, proteína 992, 23, fibra cruda 985, 29 (32–34).

Los carbohidratos se cuantificaron por diferencia, calculando la suma de gramos de agua, proteína, grasa, ceniza y energía (Kcal) con respecto a 100, esto puede observarse en la ecuación 1.

#### Ecuación 1.

$$\text{Energy (kcal)} = 4 * [\text{Proteínas (g)} + \text{Carbohidratos (g)}] + [9 * \text{Extracto Etéreo (g)}].$$

**Tabla 1.** Formulaciones de barras de cereal con diferentes adiciones de pseudocereales, germinados de soya y residuos agroindustriales

| Ingredientes              | F0      | F1   | F2    | F3   | F4    | F5   |
|---------------------------|---------|------|-------|------|-------|------|
| (g)                       | Control |      | 5%    | 10%  | 15%   | 20%  |
| Quinoa                    | 15      | 15   | 15    | 15   | 15    | 15   |
| Amaranto                  | 37,5    | 37,5 | 37,5  | 37,5 | 37,5  | 37,5 |
| Chía                      | 7,5     | 7,5  | 7,5   | 7,5  | 7,5   | 7,5  |
| Germinados de soya        | 0       | 15   | 15    | 15   | 15    | 15   |
| Harina de cáscara mango   | 0       | 0    | 1,875 | 3,75 | 5,625 | 7,5  |
| Harina de Cáscara granada | 0       | 0    | 1,875 | 3,75 | 5,625 | 7,5  |

F0: barra de cereal de control (sin germinados de soya, sin subproductos); F1: 15 % de germinados de soya (sin subproductos); F2: 5 % de subproductos; F3: 10 % de subproductos; F4: 15 % de subproductos; F5: 20 % de subproductos.

### Evaluación de la digestión *in vitro*

La evaluación de la digestión de la proteína se realizó a la formulación que presentó el mayor contenido de proteína y fibra, siguiendo la metodología descrita por Minekus *et al.* (35).

### Contenido de proteína total

El contenido de proteína total de la muestra digerida se determinó mediante el método del ácido bicinconínico (BCA), siguiendo las instrucciones del kit de proteínas (Sigma-Aldrich/BCA1 y B9643). Como estándar se utilizó albúmina de suero bovino, los resultados fueron expresados en mg/ml.

### Propiedades Tecnológicas

#### Capacidad de hinchamiento (CH)

Se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por Valencia *et al.* (2006) (36), con algunas modificaciones. La capacidad e hinchamiento (CH) (ml/g) se calculó mediante la ecuación 2. Donde V1 es volumen final de las muestras) y V0 es volumen inicial.

Ecuación 2.

$$CH = \frac{(V1 - V0)}{(\text{Peso de la muestra (g)})}$$

#### Capacidad de retención de agua (CRA)

Se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por Valencia *et al.*, (2006) (36), con algunas modificaciones. La capacidad de retención de agua (CRA) se calculó mediante la ecuación 3. Donde P1 es peso final de la muestra y P0 es el peso inicial de la muestra.

Ecuación 3.

$$CRA = \frac{(P1 - P0)}{P0}$$

Determinación de la actividad inhibidora de la enzima convertidora de angiotensina-I (ECA)

Se usó como sustrato furanacriloil-L-fenilalanilglicilglicina (FAPGG). La cinética

de la reacción se determinó en un tiempo de 30 min (37) y se usó placa de microtitulación de 96 pocillos.

Los ensayos para evaluar la inhibición de la ECA-I se realizaron a muestras de barra de cereal digerida. Se determinó usando N-[3-(2-furyl)acryloyl]-Phe-Gly-Gly (FAPGG) de acuerdo con el método descrito por Gonzalez-Gonzalez *et al.* (38) con algunas modificaciones. Como control positivo se usó una solución tampón A1 (Tris buffer 50 mM \* HCl (pH 7,5) con 300 mM de NaCl). El control negativo (sin inhibidor) se usó HCl 6 M (39). El porcentaje de ECAI se calculó en relación con la pendiente generada cuando no estaba presente ningún inhibidor en la reacción (pendiente en blanco) de acuerdo con la siguiente ecuación 4.

Ecuación 4.

$$ECA I \% = \left(1 - \frac{P_{\text{inhibidor}}}{P_{\text{control}}}\right) \times 100$$

ECA-I % = Porcentaje de inhibición ECA, P inhibidor = pendiente del inhibidor, P control = pendiente del control

### Determinación de potencial prebiótico

#### Activación del microorganismo

Para la evaluación del potencial prebiótico se seleccionó la formulación con mayor contenido de fibra y proteína. En este experimento se usó la bacteria probiótica *Lactobacillus brevis* WLP672. La cepa pertenece a la colección de cultivos del Departamento de Investigación en Alimentos de la Universidad Autónoma de Coahuila (Saltillo, México). El microorganismo se mantuvo conservado en medio MRS-glicerol a -80 °C.

Medio de cultivo y condiciones de crecimiento de *Lactobacillus brevis*

Los experimentos se realizaron en medio *Man Rogosa Sharpe* (MRS), el cual contenía (g/L): 4 g L-1 extracto de levadura, 10 g L-1 peptona, 8 g L-1 extracto de carne, 2 g L-1 de citrato de trimonio, 0,2 g L-1 sulfato de magnesio, 0, 005 g L-1 sulfato de manganeso, 2 g L-1 sulfato de potasio, 5 g L-1 acetato sodio, 1 ml/L de Tween 80 al 10%, pH 6, 5 (40). A este medio se le adicionó como fuente de carbono 20 g L-1 de glucosa

y, 20 g L<sup>-1</sup> de muestra de barra de cereal, como ensayos independientes. La glucosa corresponde al control positivo (mcMRS) y la muestra al tratamiento (mtMRS). Ambos medios fueron esterilizados en autoclave a 121°C por 20 min (41).

La cepa fue incubada en 5 ml de medio MRS a 37 °C por 24 h. Finalmente, el cultivo activado a una concentración de 10<sup>4</sup> unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml,) se inoculó (1 % v/v) en 5 ml de medio de cultivo mtMRS que contenía la muestra de BC (2 % p/v) descrita con anterioridad. Los cultivos se incubaron en condiciones anaeróbicas a 37 °C por un periodo de 48 h (41,42).

#### Evaluación del crecimiento microbiano

Se tomaron alícuotas de 100 µl a las 0, 24 y 48 h de incubación, se diluyeron con 900 µl de solución fisiológica estéril siguiendo protocolos estándar de dilución en serie. Después de que las bacterias se diluyeran, se sembraron en placa en agar MRS usando el método de microgota (43). El conteo de colonias se realizó después de la incubación durante 24 horas a 37 °C en condiciones anaerobias. Los recuentos en placa se realizaron por duplicado.

#### Análisis estadístico

Todas las determinaciones presentadas se realizaron por triplicado. Se utilizó el software estadístico *Info Stat* (versión para estudiantes, 2018). Se obtuvo un ANOVA de una vía con post-test de Tukey para comparaciones entre muestras a un nivel de confianza del 95%. Los resultados se presentan como la media ± desviación estándar (DE).

## Resultados

#### Análisis nutricional de las formulaciones de barras de cereal

Los resultados mostraron que el contenido de proteína fue afectado significativamente por el contenido de cereales, germinados de soya y cáscaras de frutas ( $p < 0,05$ ) (Tabla 2). Los valores de proteína oscilaron entre 10,2 y 13,6 g/100g, donde F4 y F1 presentaron el mínimo y máximo valor, respectivamente. Esto se puede explicar debido a que la cantidad de proteína de un alimento está directamente relacionada con la cantidad

**Tabla 2.** Contenido nutricional de las formulaciones de las barras de cereal

| Fórmula | Humedad (g/100g) | Ceniza † (g/100g) | Proteína † (g/100g) | Extracto Etéreo † (g/100g) | Fibra † (g/100g) | Carbohidratos † (g/100g) | Energía por porción (30 g) (Kcal) |
|---------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| F0      | 14,3 A ± 0,13    | 1,9 A ± 0,19      | 10,6 A ± 0,79       | 11,3 C ± 0,5               | 12,4 A ± 0,82    | 49,5 AB ± 0,55           | 103,7 A ± 0,16                    |
| F1      | 15,5 A ± 0,72    | 2,1 AB ± 0,09     | 13,6 B ± 0,32       | 9,7 BC ± 0,62              | 13,1 A ± 0,75    | 46,0 A ± 0,64            | 97,6 A ± 0,51                     |
| F2      | 14,9 A ± 0,27    | 2,0 AB ± 0,15     | 12,7 AB ± 0,79      | 8,1 AB ± 0,66              | 12,8 A ± 0,96    | 49,5 AB ± 1,51           | 96,3 A ± 0,57                     |
| F3      | 13,4 A ± 0,69    | 1,9 A ± 0,08      | 11,9 AB ± 0,07      | 9,1 ABC ± 0,95             | 12,4 A ± 0,15    | 51,1 AB ± 0,71           | 100,3 A ± 0,54                    |
| F4      | 12,9 A ± 0,78    | 2,1 AB ± 0,12     | 10,2 A ± 0,5        | 7,5 AB ± 0,53              | 10,5 A ± 0,19    | 56,8 B ± 0,22            | 100,5 A ± 0,84                    |
| F5      | 14,3 A ± 0,42    | 2,3 B ± 0,13      | 10,4 A ± 0,39       | 7,24 A ± 0,25              | 11,8 A ± 0,13    | 54,1 AB ± 0,85           | 96,9 A ± 0,22                     |

F0: barra de cereal de control (sin germinados de soya, sin subproductos); F1: 15% de germinados de soya (sin subproductos); F2: 5% de subproductos; F3: 10% de subproductos; F4: 15% de subproductos, F5: 20% de subproductos, † Valores expresados en base seca, Media ± desviación estándar (n = 3 repeticiones), Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ),

y calidad de proteína de los ingredientes que la componen (25). Lo anterior, puede explicar por qué las formulaciones F3, F4, y F5 presentaron el más bajo contenido de proteína. Estos resultados son similares a los reportados por Rawat y Darappa (2015) (3), en barras energéticas horneada, donde los valores más bajos de proteína y digestión se encuentran en barras con mayor cantidad de ingredientes ricos en fibra. La formulación seleccionada fue F1 que contenía pseudocereales (quinua, amaranto, chíá) y germinados de soya. Esta formulación fue la que presentó el mayor contenido de proteína y fibra (13,6g /100g p.s. proteína y 13,1 g/100 g p.s. fibra cruda). El contenido de ceniza fue de 2,1 AB  $\pm$  0,09 (g/100g). y de energía de la formulación seleccionada fue de 97,6 Kcal.

#### Digestión de proteína

La digestibilidad *in vitro* de la proteína fue del 69 %. Este valor fue similar a lo reportado para germinados de soya, con un rango de valores entre 80,8 y 85,03 % (44,45) y para amaranto y quinua con valores correspondientes a 79,22 y 79,40 %, respectivamente.

#### Propiedades Tecnológicas

##### Capacidad de hinchamiento (CH)

La formulación F1 presentó una capacidad de hinchamiento de 2,55  $\pm$  0,07 ml/g, valores similares a los reportados por Valencia *et al.* (36) quienes evaluaron concentrados de fibra dietaria y determinaron valores entre 2,3 – 3,4 g de ml /g p.s. La capacidad de hinchamiento de la formulación F1 es superior a lo reportado para la fibra de maíz, avena, trigo y arroz correspondientes a 0,65, 1,48, 1,27 y 0,54 ml/g muestra, respectivamente (46). Sin embargo, inferior a lo reportado para harina de grillo (3,9 ml/g)(47). García-Salcedo *et al.*, (2018) (48), determinaron una capacidad de hinchamiento de la harina de chíá de 11,82 mL/g, siendo significativamente alta en comparación con lo obtenido en este estudio.

##### Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua de la formulación F1 fue de 12,74 g/g, superior

a productos como trigo, avena y manzana, que reportaron valores de 3,8, 3,9 y 4,1 g/g, respectivamente (49).

#### Actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina I (ECA-I)

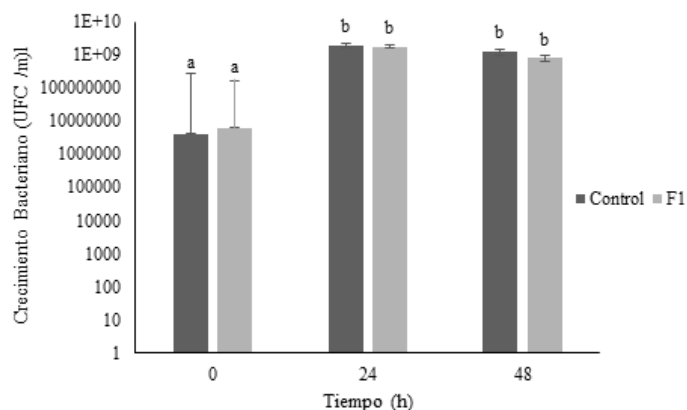
En la Tabla 3. se muestra el porcentaje de actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina-I (ECA), encontrándose que para el control positivo -A1 (con inhibidor) el valor es de 0% indicando que la solución A1 favoreció la inhibición de la enzima, para el control negativo (sin inhibidor) el valor fue de 93 %, demostrando la acción de la enzima sobre péptidos sintéticos FAPGG y para la barra de cereal digerida el porcentaje fue de 39 % lo que demuestra que la BC digerida puede contener compuestos que promuevan la actividad inhibitoria de la ECA-I. Esta actividad principalmente se le atribuye a la quinoa y el amaranto, que en estudios realizados han demostrado actividad de inhibición de 23,3 y 8,8 %, respectivamente, valores altos comparados con lo reportado para cereales tradicionales como arroz y trigo (50).

**Tabla 3.** Porcentaje de actividad inhibitoria de la ECA-I

| Concentración               | ECA-I (%) |
|-----------------------------|-----------|
| Control (+) A1              | 0         |
| Barra de cereal (Digerida)  | 39        |
| Control (-) (Sin Inhibidor) | 93        |

#### Potencial prebiótico

La determinación del potencial prebiótico solo se realizó a la formulación seleccionada (F1). El crecimiento de *L. brevis* en medio MRS suplementado con glucosa (control) y medio MRS suplementado con muestra de BC (F1), no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre los medios, para los tiempos evaluados 0, 24 y 48 horas, como se observa en la figura 2. Este resultado permite determinar que la formulación podría tener un efecto prebiótico, debido a que *L. brevis* es capaz de hacer uso de los componentes o ingredientes de la formulación como fuente de carbono e incrementar su población.



**Figura 2.** Crecimiento *Lactobacillus brevis* en muestra control y barra de cereal F1

## Discusión

### Análisis nutricional de las formulaciones de BC

El contenido de proteína de F1 de  $13,6 \pm 0,32$  g/100g, es similar a lo reportado por Márquez *et al.* (25) (tabla 4), quienes obtuvieron valores de proteína entre 10,65 – 15,88 %, para una barra de cereal, que combina salvado de avena, polvo de cáscara de piña y copos de quinua. Los valores más elevados correspondieron a los tratamientos con mayor contenido de copos de

quinua. El uso de quinua inflada en barras alimenticias mejora el valor nutricional (contenido de proteínas) y funcional, en comparación, con el uso de productos tradicionales como el arroz u otros cereales inflados (2,25). La proteína de la quinua puede proporcionar a la barra de cereal una composición equilibrada de aminoácidos esenciales (globulinas y albúminas) similares a la composición aminoacídica de la caseína; éstas presentan alta biodisponibilidad y también contiene numerosos fitoquímicos como fitoesteroles, fenólicos, péptidos bioactivos (51).

Por otra parte, Muniz *et al.* (12) evaluaron el contenido nutricional de barras de cereal y encontraron que todas las formulaciones enriquecidas con subproducto fermentado de *Anacardium occidentale* incrementaron un 12% el contenido de proteína con respecto al control (solo avena).

La incorporación de soya y sus derivados en barras de cereal, ha demostrado el incremento en el contenido de proteína. Freitas *et al.* (52) reportaron barras de cereal a base de proteína de soya texturizada, con contenido de 15,31% de proteína. De Melo *et al.* (53) reportaron valores de proteína de

**Tabla 4.** Formulación desarrollada y otros estudios

| Fórmula (g/100g)           | F1 (30g)        | De Melo <i>et al.</i> , (2020) | Muniz <i>et al.</i> , (2020) | Márquez y Pretell (2018) | Rawat y Darappa (2015)                      | Freitas y Moretti (2006) |
|----------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Humedad                    | $15,5 \pm 0,72$ | $13,27 \pm 0,39$               | $16,90 \pm 0,67$             | -                        | $6,55 \pm 0,02^*$<br>$5,85 \pm 0,06^{**}$   | $10,71 \pm 0,25$         |
| Ceniza                     | $2,1 \pm 0,09$  | $1,12 \pm 0,08$                | $1,22 \pm 0,11$              | -                        | $3,94 \pm 0,01^*$<br>$1,51 \pm 0,01^{**}$   | $2,20 \pm 0,009$         |
| Proteína                   | $13,6 \pm 0,32$ | $11,02 \pm 0,29$               | $12,00 \pm 0,26$             | 10,65 -15,88             | $6,72 \pm 0,10^*$<br>$12,3 \pm 0,11^{**}$   | $15,31 \pm 0,035$        |
| Extracto Etéreo            | $9,7 \pm 0,62$  | $6,39 \pm 0,40$                | $7,40 \pm 0,36$              | -                        | -   | $5,64 \pm 0,05$          |
| Fibra                      | $13,1 \pm 0,75$ | -                              | -                            | 8,30 – 14,13             | $4,44 \pm 0,02^*$<br>$1,55 \pm 0,01^{**}$   | $5,17 \pm 0,004$         |
| Carbohidratos              | $46,0 \pm 0,64$ | $68,35 \pm 0,76$               | 50,9                         | -                        | $49,74 \pm 0,30^*$<br>$47,94 \pm 0,22^{**}$ | 60,97                    |
| Energía por porción (Kcal) | $97,6 \pm 0,51$ | -                              | -                            | -                        | $483 \pm 1,24^*$<br>$518 \pm 1,81^{**}$     | -                        |

\*IRF -Ingredientes Ricos en Fibra, \*\* IRP- Ingredientes Ricos en Proteína

11,02 %, para BC añadidas con 15 % de harina de tempeh.

En cuanto al contenido de fibra, de acuerdo con las recomendaciones de ingestión diaria de proteínas para la población mexicana, sugeridas por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", la formulación F1 representa entre 13-14 % de las necesidades de proteína y de fibra el 22 % de un niño en edad escolar entre 5-10 años. Rawat *et al.* (3) desarrollaron una barra de cereal con una mezcla de ingredientes ricos en fibra (IRF), encontrando que la adición de IRF de 50% aumentó 9 veces el contenido de fibra en comparación con el control.

Las formulaciones de barra de cereal desarrolladas tuvieron un contenido de carbohidratos entre 46 y 56,8 g/100. Valores menores a los reportado para otras barras de cereal (entre 67,37 y 72,11 g 100 g<sup>-1</sup>) (4). Esta diferencia se debe principalmente a la presencia de glucosa de maíz y almidones, ingredientes usados comúnmente para la elaboración de barras de cereal. El valor energético estimado no presentó diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones desarrolladas (96,3 a 103,7 Kcal). El valor energético reportado en diferentes estudios es muy amplio (72,8 a 321,70 kcal.100 g<sup>-1</sup>), y depende de los componentes de la formulación (4,54,55).

Algunos estudios reportan contenidos de ceniza similares a los obtenidos en el presente estudio (entre 1,35 a 2,2 g/100 g) (31,52,56), pero con contenidos de fibra y proteína menores. Se ha reportado que, para barras de cereal compuestas por proteína de soya texturizada, germen de trigo tostado, avena integral, lecitina de soya, plátano deshidratado, presentan un importante contenido de fósforo (P) y calcio (Ca), con niveles compatibles con los encontrados en alimentos ricos en fósforo, y en calcio, como la leche entera (52). Debido a los componentes de la barra F1, se podría esperar que presente un contenido similar de minerales a las barras de cereal reportadas.

## Digestión de proteína

Este porcentaje de digestibilidad de la F1 es aceptable, si se tiene en cuenta la cantidad de proteína asimilable (proteína digestible), se encuentra entre el 70 y el 90 % (45). La digestibilidad de la proteína puede cambiar de acuerdo con los ingredientes y el procesamiento de la barra. Rawat *et al.* (3) indica 80,24 % de digestibilidad de proteína realizada por el método enzimático *in vitro* a barras energéticas horneadas.

## Propiedades Tecnológicas

### Capacidad de hinchamiento (CH)

Este parámetro indica que el alimento tiene una mayor capacidad de aumentar su volumen en un exceso de agua, por lo que podría provocar mayor saciedad y un aumento del bolo fecal. Además, valores altos de CH pueden deberse al alto contenido de fibra, que atrapan el agua formando una red. También la CH puede ser afectada positivamente por el contenido de proteínas que mejoran la retención de agua y la hinchazón posterior, traduciéndose en incremento del volumen absorbido de agua (48).

### Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA depende de la estructura de la proteína y de la presencia de carbohidratos hidrofílicos (57). La CRA de la quinua está entre 1,41 y 1,66 g/g (58). Algunas fuentes de fibra como el salvado de trigo, endospermo de semilla de tara y polvo de hojas de agave americana presentaron valores de CRA de 4,34, 47,9 y 7,6 g/g, respectivamente. Este parámetro es importante considerar en el procesamiento de alimentos, ya que determinan características que definen la calidad como volumen y textura. Es recomendable altos valores de capacidad de retención de agua para evitar pérdida de líquido e incrementar el rendimiento y rentabilidad de los productos alimentarios (59).

### Actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina I (ECA-I)

Estudios en pacientes hipertensos han informado que los péptidos presentes en las proteínas alimentarias son potentes fuentes naturales reductores de la presión sanguínea, razón por la cual la actividad inhibitoria de la ECA generalmente se determina en hidrolizados de proteínas (60). La quinua y amaranto son los principales ingredientes de la formulación

seleccionada (F1) en los cuales se han identificado diferentes péptidos que presentan actividad inhibidora de la enzima convertidora de angiotensina (ECA)(29). El amaranto contiene diferentes proteínas importantes que se componen de una extensa lista de péptidos antihipertensivos, estudios *in vitro* e *in vivo* han exhibido las propiedades antihipertensivas de estos péptidos bioactivos de semillas de amaranto de globulina 7S y 11S con diferentes proteasas (61).

Por su parte Fritz *et al.* (62) determinaron el porcentaje de inhibición *in vitro* de los aislados de proteína de amaranto mantegazzianus hidrolizados y no hidrolizados. Encontraron que los aislados de proteína no hidrolizados presentaron menores porcentajes de inhibición de la actividad ECA, frente a los hidrolizados, que tuvieron mayores porcentajes de inhibición lo que puede implicar una posible liberación local de péptidos bioactivos en el tracto gastrointestinal a través de la digestión de proteínas, aumentando el potencial inhibidor encontrado. Otros compuestos presentes en la formulación de barra de cereal desarrollada, que fueron identificados mediante HPLC, como el café *oil* glucosa, han demostrado una correlación significativa en ensayos reportados de actividad anti-ECA (63).

#### Potencial prebiótico

La capacidad de metabolizar los diferentes sustratos depende de la cepa usada (64). Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los reportados por Vieira *et al.* (64), quienes evaluaron la capacidad de favorecer el crecimiento de cepas probióticas y no probióticas, utilizando los cultivos iniciadores comerciales de *Lactobacillus* spp., en ensayos de fermentación *in vitro*, en medio MRS modificado suplementado individualmente con 1% (p/v) de subproducto de mango, soya y harina de amaranto; éstos encontraron que las poblaciones de *Lactobacillus* no presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) y las cepas estudiadas mostraron un crecimiento relevante en las primeras 24 h de ensayo sin presentar diferencias estadísticas después de 48 h. No obstante, se presentaron diferencias estadísticas con el control negativo (mMRS no suplementado) en todos los tiempos evaluados.

Por su parte Koutrotsios *et al.* (42) evaluaron el crecimiento de aislados de las bacterias intestinales *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus gasseri*, utilizando como única fuente de carbono glucosa (control), polvo liofilizado de dos hongos comestibles/medicinales el *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma*

*lucidum*. No se encontraron diferencias significativas en los inóculos iniciales ( $t = 0$ ) de cada una de las cepas bacterianas entre los sustratos analizados, para *Lactobacillus* el crecimiento bacteriano fue comparable con la glucosa en ambas cepas después de 24 horas de inhibición, luego de 48 horas se indujo un aumento significativo en los niveles bacterianos en comparación con la glucosa.

Los pseudocereales (amaranto, quinua, chíá), germinados de soya y miel de agave poseen compuestos que pueden tener un potencial efecto prebiótico (65,66). Se considera que la miel de agave tiene un potencial efecto prebiótico, debido a su contenido de fructooligosacáridos (FOS), también conocidos como fructanos de tipo inulina, que son utilizados selectivamente y fermentados en el intestino humano (67).

Por otra parte, la fibra dietética promueve selectivamente el crecimiento y/o las actividades de los probióticos, así como la salud del huésped (68). Algunas fibras dietéticas, que están presentes en los pseudocereales tienen potencial para proporcionar efectos beneficiosos similares a los de los fructanos de tipo inulina (69).

Por su contenido nutricional los pseudocereales han sido considerados una fuente importante de fibra dietética con potencial para usarse en formulaciones de alimentos funcionales (66). Especialmente la quinua se considera fuente de fibra dietética (FD) (65). El contenido de fibra dietética total (FDT) del amaranto es de 19,5–49,3% de acuerdo con la variedad. El grano de amaranto está compuesto principalmente por xiloglucanos ramificados, la mayoría de las cadenas laterales de di y trisacáridos, así como polisacáridos, también contenía más del 25% de  $\beta$ - (1,3) -D-glucano insoluble en agua (65). El contenido de FDT de la chíá está entre el al 37-40%, aunque algunos autores han reportado valores de hasta 59,8% de FDT. El mucílago de chíá está constituido por azúcares neutros, lo que indica la presencia de diversos carbohidratos en su estructura (65).

## Conclusiones

La barra de cereal desarrollada presenta un contenido balanceado de nutrientes, mayor contenido de proteína y fibra, que las formulaciones tradicionales. Sus características tecnológicas, permiten considerar que esta formulación puede ser un alimento funcional. Al ser consumido podría aportar un contenido importante de macronutrientes. Por su capacidad de hinchamiento y retención de agua, podría generar una sensación de saciedad, así como prevenir el estreñimiento al incrementar el peso de las heces y al reducir la duración del tránsito intestinal. La formulación desarrollada tiene una adecuada digestibilidad. Podría contribuir a mejorar la salud intestinal, favoreciendo el crecimiento de bacterias prebióticas. De acuerdo con los resultados es posible que el consumo de la barra desarrollada tenga efecto positivo frente a la actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina I (ECA-I), sin embargo, es necesario realizar otros estudios que permitan confirmar estos beneficios.

El desarrollo de productos a partir de pseudocereales y subproductos de frutas puede ayudar a promover su consumo y permite revalorar estos granos ancestrales, al igual que los subproductos del procesamiento de frutas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México y al posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Coahuila. Este financiamiento se realizó mediante la concesión de una beca de posgrado al estudiante Jorge Eduardo Angulo López, con número de beca / CVU 945769 para la finalización de sus estudios de maestría.

## Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

## Referencias

1. Lobato LP, Iakmiu Camargo Pereira AE, Lazaretti MM *et al.* Snack bars with high soy protein and isoflavone content for use in diets to control dyslipidaemia. *Int J Food Sci Nutr.* 2012;63(1):49–58. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.596148>.
2. Rios F, Lobo M, Samman N. Acceptability of beehive products as ingredients in quinoa bars. *J Sci Food Agric.* 2018;98(1):174–182. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8452>.
3. Rawat N, Darappa I. Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of fibre and protein enriched baked energy bars. *J Food Sci Technol.* 2015;52(5):3006–3013. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1367-x>.
4. García MC, Lobato LP, Benassi M de T, Soares Júnior MS. Application of roasted rice bran in cereal bars. *Food Sci Technol.* 2012;32(4):718–724. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000096>.
5. Slavin J. Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients.* 2013, 5 (4): 1417–1435. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>.
6. Bchir B, Jean-François T, Rabetafika HN, Blecker C. Effect of pear apple and date fibres incorporation on the physico-chemical, sensory, nutritional characteristics and the acceptability of cereal bars. *Food Sci Technol Int.* 2018;24(3):198–208. <https://doi.org/10.1177/1082013217742752>.
7. Aparecida Damasceno K, Alvarenga Gonçalves CA, Dos Santos Pereira G. *et al.* Development of Cereal Bars Containing Pineapple Peel Flour (*Ananas comosus* L. Merrill). *J Food Qual.* 2016;39(5): 417–424. <https://doi.org/10.1111/jfq.12222>.
8. Nadeem M, Rehman SU, Mahmood Qureshi T, Nadeem Riaz M, Mehmood A, Wang C. Development, characterization, and flavor profile of nutrient dense date bars. *J Food Process Preserv.* 2018;42(10): e13622. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13622>.
9. Arruti I, Fernández MB, Martínez R. Diseño y desarrollo de una barra energética para deportistas de Triatlón. *Enfermería (Montev).* 2015; 4:27–31. <https://doi.org/10.22235/ech.v4i1.528>.
10. Sangronis E, Machado CJ. Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanus cajan*. *LWT Food Sci Technol.* 2007;40(1):116–120. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.08.003>.
11. Silva-Vega M, Bañuelos-Valenzuela R, Muro-Reyes A, Esparza-Valenzuela E, Delgadillo-Ruiz L. Evaluación de semilla de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa en la nutrición ruminal. 2017;7(1):26–35. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.2>.
12. Muniz CES, Santiago AM, Sousa Gusmão TA, Oliveira HML, Conrado Sousa L, Pereida Gusmão R. Solid-state fermentation for single-cell protein enrichment of guava and cashew by-products and inclusion on cereal bars. *Biocatal Agric Biotechnol.* 2020; 25: 101576. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101576>.
13. Papaioannou EH., Mitrouli ST, Patsios SI, Kazakli M, Karabelas AJ. Valorization of pomegranate husk – Integration of extraction with nanofiltration for concentrated polyphenols recovery. *J Environ Chem Eng.* 2020; 8(4), 103951. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103951>

14. Li Y, Guo C, Yang J, Wei J, Xu J, Cheng, S. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem.* 2006; 96(2), 254–260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.033>
15. Venkatasamy C, Zhao L, Zhang R, Pan Z. Pomegranate. In *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*. Elsevier Inc. 2019: 181-216. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814138-0.00008-3>.
16. Zhai X., Zhu C., Zhang Y., Sun J., Alim A., Yang X. Chemical characteristics, antioxidant capacities and hepatoprotection of polysaccharides from pomegranate peel. *Carbohydr Polym.* 2018; 461–469. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.013>
17. Srivastava P, Indrani D, Singh RP. Effect of dried pomegranate (*Punica granatum*) peel powder (DPPP) on textural, organoleptic and nutritional characteristics of biscuits. *Int J Food Sci Nutr.* 2014;65(7):827–833. <https://doi.org/10.3109/09637486.2014.937797>.
18. Ajila CM, Prasada Rao UJS. Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. *J Funct Foods.* 2013;5(1):444–450. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.017>
19. García-Magaña M de L., García H.S., Bello-Pérez L.A., Sáyago-Ayerdi S.G., Mata-Montes de Oca M. Functional Properties and Dietary Fiber Characterization of Mango Processing By-products (*Mangifera indica* L., cv Ataulfo and Tommy Atkins). *Plant Foods for Hum Nutr.* 2013; 68(3):254–258. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0364-y>
20. Torres-León C, Rojas R, Contreras-Esquivel JC, Serna-Cock L, Belmares-Cerda RE, Aguilar CN. Mango seed: Functional and nutritional properties. *Trends Food Sci Technol.* 2016; 55:109–117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.06.009>
21. Ajila C.M., Bhat S.G., Prasada Rao U.J.S. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chem.* 2007;102(4):1006–1011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.036>
22. Banerjee J, Singh R, Vijayaraghavan R, MacFarlane D, Patti AF, Arora A. A hydrocolloid based biorefinery approach to the valorisation of mango peel waste. *Food Hydrocolloids.* 2018; 77:142–151. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.09.029>.
23. Sáyago-Ayerdi SG, Zamora-Gasga VM, Venema K. Prebiotic effect of predigested mango peel on gut microbiota assessed in a dynamic *in vitro* model of the human colon (TIM-2). *Food Res Int.* 2019; 118:89–95. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.024>
24. Alvarez-Jubete L, Arendt EK, Gallagher E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends Food Sci Technol.* 2010; 21(2):106–113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>
25. Márquez Villacorta LF, Pretell Vásquez CC. Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Rev Bio Agro* 2018;16(2):67–78. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n2.1167>
26. López DN, Galante M, Raimundo G, Spelzini D, Boeris V. Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates. *Food Res Int.* 2019; 116, 419–429. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.056>
27. Silva-Sánchez C, Barba de la Rosa AP, León-Galván MF, de Lumen BO, de León-Rodríguez A, González de Mejía E. Bioactive Peptides in Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed. *J Agric Food Chem.* 2008; 56(4):1233–1240. <https://doi.org/10.1021/jf072911z>
28. López DN, Galante M, Robson M, Boeris V, Spelzini, D. Amaranth, quinoa and chia protein isolates: Physicochemical and structural properties. *Int J Biol Macromol.* 2018; 109: 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.080>
29. Carrillo Terán WI, Vilcavando R, Carpio C. Compuestos bioactivos derivados de amaranto y quinua. *Actual. Nutr* 2015; 16 (1):18–22. [http://www.revistasan.org.ar/pdf\\_files/trabajos/vol\\_16/num\\_1/RSAN\\_16\\_1\\_18.pdf](http://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_16/num_1/RSAN_16_1_18.pdf)
30. Serna-Cock L, Torres-León C, Ayala-Aponte A. Evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) como fuente de ingredientes funcionales. *Inf. tecnol.* 2015; 26(2):41–50. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000200006>.
31. Olivera M, Ferreyra DV, Giacomino MS. et al. Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Rev Chil Nutr.* 2012;39(3):18–25. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000300003>.
32. Association of official Analytical Chemist International (AOAC). Official method 925.10. Official Methods of Analysis. 1999
33. Association of Official Analytical Chemists International (AOAC). Method 996.06, Fat (Total, Saturated, and Monounsaturated) in Foods. Gaithersburg, MD. 1995.
34. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 923.3. Official Methods of analysis of the Ash of Flour, Direc Method. 1990
35. Minekus M, Alminger M, Alvito P, et al. A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food-an international consensus. *Food Funct.* 2014; 5 (6): 1113–1124. <https://doi.org/10.1039/c3fo60702j>
36. Valencia F, Román M. Caracterización físicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. *VITAE.* 2006; 13 (2): 54–60. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042006000200007&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042006000200007&lng=en).
37. Murray PR, Rosenthal KS, Pfauer MA. Manual of Clinical Microbiology. 2017; 1: 237–259.
38. Gonzalez-Gonzalez CR, Machado J, Correia S, McCartney AL, Stephen Elmore J, Jauregi P. Highly proteolytic bacteria from semi-ripened Chiapas cheese elicit angiotensin-I converting enzyme inhibition and antioxidant activity. *LWT.* 2019; 449–456. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.039>
39. Cushman D. W., & Cheung H. S. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol.* 1971; 20(7): 1637–1648. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(71\)90292-9](https://doi.org/10.1016/0006-2952(71)90292-9)

40. Shalini R, Abinaya G, Saranya P, Antony U. Growth of selected probiotic bacterial strains with fructans from Nendran banana and garlic. *LWT Food Sci Technol.* 2017; 83: 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.059>
41. Fu YP, Li LX, Zhang BZ. *et al.* Characterization and prebiotic activity *in vitro* of inulin-type fructan from *Codonopsis pilosula* roots. *Carbohydr Polym.* 2018; 193: 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.03.065>
42. Koutrotsios G, Patsou M, Mitsou EK. *et al.* Valorization of Olive By-Products as Substrates for the Cultivation of *Ganoderma lucidum* and *Pleurotus ostreatus* Mushrooms with Enhanced Functional and Prebiotic Properties. *Catalysts.* 2019; 9(6): 537. <https://doi.org/10.3390/catal9060537>
43. Strahsburger E, Retamales P, Estrada J, Seeger M. Microdot method: used with chromogenic agar is a useful procedure for sanitary monitoring in aquaculture. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 2016; 44(4): 742–749. <http://dx.doi.org/10.3856/vol44-issue4-fulltext-9>
44. Donangelo CM, Trugo LC, Trugo NMF, Eggum BO. Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. *Food Chem.* 1995; 53(1): 23–27. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)95781-Z](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)95781-Z)
45. Chaparro Rojas D, Pismag Portilla R, Elizalde Correa A, Vivas Quila NJ, Erazo Caicedo CA. Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. *Facultad de Ciencias Agropecuarias. Rev. Bio Agro* 2010; 8 (1): 35-42. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a05.pdf>
46. Ruiz-Garza AE, Nuñez-González MA, Amaya-Guerreo CA, Baez-González JG, Aguilera-González CJ, Montemayor-Leal J. Caracterización funcional de fibras comerciales modificadas por medios físicos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos.* 2017; 2: 422–427.
47. Lucas-González R, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA, Viuda-Martos M. Effect of drying processes in the chemical, physico-chemical, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from house cricket (*Acheta domestica*). *Eur Food Res Technol.* 2019; 245(7):1451–1458. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03301-4>
48. García-Salcedo AJ, Torres-Vargas OL, del Real A, Contreras-Jiménez B, Rodríguez-García ME. Pasting, viscoelastic, and physicochemical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) flour and mucilage. *Food structure.* 2018; 16: 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2018.03.004>
49. Ospina Meneses SM, Restrepo Molina DA, López Vargas JH. Caracterización fisicoquímica y funcionalidad tecnológica de la fibra de banana íntegro verde (Cavendish valery) (*Musa AAA* cv. *Musaceae*). *Rev Lasallista Investig.* 2016; 13(1): 23–30. <https://doi.org/10.22507/rli.v13n1a2>
50. Asao M, Watanabe K. Functional and bioactive properties of quinoa and amaranth. *Food Sci Technol Res.* 2010; 16(2): 163–168. <https://doi.org/10.3136/fstr.16.163>
51. Ingrassia R, Busti PA, Boeris V. Physicochemical and mechanical properties of a new cold-set emulsion gel system and the effect of quinoa protein fortification. *LWT Food Sci Technol.* 2022; 156: 113048. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.113048>
52. Freitas DGC, Moretti RH. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2006; 26(2): 318–324. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200014>
53. Melo PF, Kalschne D, Silva-Buzanello RA *et al.* Cereal bars functionalised with tempeh: nutritional composition, isoflavone content and consumer acceptance. *Int J Food Sci Technol.* 2020; 55(1): 397–405. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14384>
54. Dutcosky SD, Grossmann MVE, Silva RSSF, Welsch AK. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chem.* 2006; 98(4): 630–638. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.029>
55. Gutkoski LC, Bonamigo JM de A., Teixeira DM. de F, Pedó I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Cienc Technol Aliment* 2007; 27(2): 355–363. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200025>
56. Estévez AM, Escobar B, Vásquez M, Castillo E, Araya E, Zacarías I. Cereal and nut bars, nutritional quality and storage stability. *Plant Foods Hum Nutr.* 1995; 47(4), 309–317. <https://doi.org/10.1007/bf01088268>
57. Kim HW, Setyabrata D, Lee Y, Jones OG, Kim YHB. Effect of House Cricket (*Acheta domestica*) Flour Addition on Physicochemical and Textural Properties of Meat Emulsion Under Various Formulations. *J Food Sci.* 2017; 82(12): 2787–2793. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13960>
58. Vilcanqui F, Villanueva ME, Vílchez C. Propiedades funcionales *in-vitro* y efectos fisiológicos *in-vivo* sobre ratas Holtzman de dietas con nuevas fuentes de fibra. *Rev Chil Nutr.* 2018; 45(3): 223–231. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000400223>
59. Vioque J, Sánchez-Vioque R, Clemente A, Pedroche J, Millán F. Partially hydrolyzed rapeseed protein isolates with improved functional properties. *J Am Oil Chem Soc.* 2000; 77(4): 447–450. <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0072-y>
60. López DN, Ingrassia R, Busti PA, Wagner JR, Boeris V, Spelzini D. Acid-induced aggregation and gelation of heat-treated chia proteins. *Int J Food Sci Technol.* 2021; 56(4):1641–1648. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14784>
61. Orona-Tamayo D, Paredes-López O. Amaranth Part I—Sustainable Crop for the 21st Century: Food Properties and Nutraceuticals for Improving Human Health. In *Sustainable Protein Sources.* 2017: 239–256. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00015-9>
62. Fritz M, Vecchi B, Rinaldi G, Añón MC. Amaranth seed protein hydrolysates have *in vivo* and *in vitro* antihypertensive activity. *Food Chem.* 2011; 126(3): 878–884. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.065>

63. Błaszczak W, Jeż M, Szwengiel A. Polyphenols and inhibitory effects of crude and purified extracts from tomato varieties on the formation of advanced glycation end products and the activity of angiotensin-converting and acetylcholinesterase enzymes. *Food Chem.* 2020; 314: 126181. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126181>
64. Vieira ADS, Bedani R, Albuquerque MAC., Biscola V, Saad SMI. The impact of fruit and soybean by-products and amaranth on the growth of probiotic and starter microorganisms. *Food Res Int.* 2017; 97: 356–363. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.04.026>
65. Ciudad-Mulero M, Fernández-Ruiz V, Matallana-González MC, Morales P. Dietary fiber sources and human benefits: The case study of cereal and pseudocereals. *Adv Food Nutr Res.* 2019; 90:83-134. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.002>
66. Zhu F. Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydr Polym.* 2020; 248: 116819. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116819>
67. González-Montemayor ÁM., Flores-Gallegos AC, Serrato-Villegas LE, López-Pérez MG, Montañez-Sáenz JC, Rodríguez-Herrera R. Honey and Syrups: Healthy and Natural Sweeteners with Functional Properties. In *Natural Beverages.* 2019: 143–177. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816689-5.00006-7>
68. Bultosa G. Functional Foods: Dietary Fibers, Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics. In *Encyclopedia of Food Grains (2nd ed., Vols. 2–4, pp. 11–16).* Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00245-X>
69. Maccaferri S, Klinder A, Cacciatore S et al. *In vitro* fermentation of potential prebiotic flours from natural sources: Impact on the human colonic microbiota and metabolome. *Mol Nutr Food Res* 2012; 56(8): 1342–1352. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200046>

Recibido: 22/06/2022  
Aceptado: 13/02/2023

## Formulación de galletas fortificadas por sustitución parcial de harina de moringa y suero lácteo

Tania Espinal-Carrión<sup>1</sup>, Gabriela Guadalupe García-Sampedro<sup>1</sup>, Sebastián Alberto Domínguez-Rico<sup>1</sup>, Citlali Mahetsi Ventura-Montes<sup>1</sup>, Adriana Vázquez-Martínez<sup>1</sup>.

### Resumen: Formulación de galletas fortificadas por sustitución parcial de harina de moringa y suero lácteo.

**Introducción.** El suero lácteo y la moringa poseen alto valor nutricional; sin embargo, su uso en la elaboración de productos alimenticios es una alternativa viable pero poco utilizada. **Objetivo.** Elaborar una galleta fortificada por sustitución parcial de harina de moringa (HM) y polvo de suero lácteo (PSL). **Materiales y métodos.** Durante septiembre-diciembre 2021, se desarrollaron cuatro formulaciones con sustitución parcial de harina de trigo por HM y PSL (F0=100:0:0; F1=90:5:5; F2=80:10:10; F3=70:15:15). La aceptación del producto se determinó mediante una evaluación sensorial considerando los atributos sabor, olor, color, textura y aceptación general. Se realizó el análisis químico proximal a la HM, al PSL, a la formulación de mayor aceptación y a F0. Se compararon los distintos parámetros químicos proximales y de aceptación mediante una anova de una vía, seguido de una prueba de comparación de medias de Tukey ( $p<0,05$ ). **Resultados.** Conforme se incrementa el porcentaje de sustitución de harina de trigo por HM y PSL se obtiene menor aceptación de las galletas, siendo F1 la más aceptada. F1 registró un contenido proteico de  $6,90\pm 0,04\%$ , significativamente mayor al observado en F0. **Conclusiones.** La buena aceptabilidad de F1 indica que la sustitución parcial por HM y PSL no influyen en su aceptación; además, F1 mostró un enriquecimiento de proteínas, lípidos y cenizas, así como contenido adecuado de humedad y carbohidratos. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 32-41.**

**Palabras clave:** *Moringa oleifera*, suero lácteo, galleta fortificada, proteínas.

### Introducción

El suero lácteo se obtiene como resultado de la coagulación de la leche durante la elaboración de quesos. Es un subproducto alimentario que contiene todos los aminoácidos esenciales,

### Abstract: Formulation of fortified cookies by partial substitution of moringa flour and whey. Introduction.

Whey and moringa have high nutritional value; however, their use in the production of food products is a viable but rarely used alternative. **Objective.** To make a biscuit fortified by partial substitution of moringa flour (MF) and whey powder (WP). **Materials and methods.** During September-December 2021, four formulations were developed with different degrees of partial substitution of wheat flour for MF and WP (F0=100:0:0; F1=90:5:5; F2=80:10:10; F3=70:15:15). The acceptance of the product was determined through a sensory evaluation considering the attributes taste, odor, color, texture and general acceptance. A proximal chemical analysis was performed on the MF, WP, the most widely accepted formulation and F0. Proximal chemical parameters and acceptance attributes were compared using a one-way anova, followed by a Tukey mean comparison test ( $p<0,05$ ). **Results.** As the percentage of substitution of wheat flour by MF and WP increases less acceptance of the biscuits is obtained, with F1 as the most accepted formulation. F1 registered a protein content of  $6,90\pm 0,04\%$ , significantly higher than that observed in F0. **Conclusions:** The good acceptability of F1 indicates that the partial substitution of wheat flour for MF and WP do not influence its acceptance; in addition, F1, showed an enrichment of protein, lipid and ash, as well as adequate moisture and carbohydrate content. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 32-41.**

**Keywords:** *Moringa oleifera*, whey, fortified biscuit, protein.

lactosa, grasas, vitaminas (A, C, D, E y del complejo B), así como minerales (calcio, fósforo, potasio y hierro) (1). De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el estado de Chiapas ocupa el octavo lugar a nivel nacional en la producción de lácteos (2) y se calcula que el 60% de este volumen es utilizado en la elaboración de quesos. Como resultado de esta actividad, se producen cerca de 510,000 litros diarios de suero lácteo (3), que es utilizado en la alimentación de cerdos en sistemas porcinos de traspatio (4); pero la mayor proporción se desecha directamente

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Tapachula. Carretera a Puerto Madero Km. 2, Centro, C.P. 30700. Tapachula, Chiapas, México.  
Autor para la correspondencia: Dra. Tania Espinal Carrión, E-mail: tec\_1982@yahoo.com.mx

a las aguas residuales, contribuyendo a la contaminación de mantos freáticos (5).

Por otro lado, en Chiapas existe una producción favorable de moringa (*Moringa oleifera*) que es poco explotada a pesar de su gran aporte nutricional (6), principalmente por la calidad y porcentaje de proteína que contiene; además, se ha registrado que las hojas de la moringa poseen vitamina A, C, calcio, hierro y potasio (7).

En México, la desnutrición no es consecuencia de la escasa disponibilidad de alimentos en el hogar; se ha observado que de manera simultánea, en una misma familia, pueden encontrarse tanto preescolares desnutridos como adultos y escolares obesos. Esta condición se observa cada vez con mayor frecuencia en familias con bajo ingreso (8) y se relaciona con dietas poco balanceadas debido, en parte, a la carencia de productos alimenticios que aporten altos valores nutritivos en vez de elevado contenido calórico y reducido aporte proteico.

En este contexto, la utilización de suero lácteo y de moringa como materia prima en la elaboración de productos alimenticios de alta calidad es una alternativa viable pero poco utilizada. Es por ello que el objetivo del presente estudio fue formular una galleta fortificada por sustitución parcial de harina de moringa (HM) y polvo de suero lácteo (PSL), como alternativa para contribuir a la buena alimentación y disminución de la desnutrición en la población y dando un valor agregado tanto al suero lácteo como a la moringa producidos en la región.

## **Materiales y métodos**

### *Obtención de la materia prima.*

El suero lácteo se obtuvo de pequeñas microempresas productoras de queso pertenecientes a la ciudad de Tapachula, Chiapas, mientras que la moringa (hojas) se obtuvo de pequeños productores de la zona.

El suero lácteo fue pasteurizado a 62,5 °C durante 30 minutos, seguido de un

enfriamiento rápido en baño maría inverso a una temperatura de 5 °C. Posteriormente se deshidrató por liofilización durante un periodo de 36 horas en un liofilizador (OPERON, Mod. FDB-5503) a temperatura de -55 °C y se recolectó el polvo.

Para obtener la harina a partir de la hoja de moringa, estas se secaron en un horno (FELISA, Mod. FE-291) para después pulverizarlas en una licuadora comercial; se tamizó la harina (Tamiz ASTM No. 40) y se almacenó dentro de un recipiente hermético.

El resto de las materias primas utilizadas en la elaboración de las galletas (harina de trigo, mantequilla, azúcar, polvo para hornear, vainilla) se adquirieron en supermercados de la zona.

### *Formulación y elaboración de las galletas.*

Se desarrollaron cuatro formulaciones con diferentes grados de sustitución parcial de HM y PSL expresadas en porcentaje del panadero respecto al 100% de la harina de trigo (F0=100:0:0; F1= 90:5:5; F2=80:10:10; F3=70:15:15). Se consideró como control a F0.

Las materias primas e insumos fueron pesados en una báscula electrónica de mostrador (COVACOR, mod. BCG). Se procedió al homogeneizado de los ingredientes utilizando un procesador de alimentos (Kitchen Aid, Mod. KFP0919L) hasta obtener una masa uniforme que fue laminada y cortada para realizar el horneado a 180 °C por 15 minutos en una estufa industrial (ED-Múltiple, Mod. MT22M). Las galletas se enfriaron a temperatura ambiente y se empaquetaron en bolsas plásticas con cierre hermético para su posterior análisis.

### *Evaluación sensorial.*

Para determinar la aceptación del producto, se realizó una evaluación sensorial de tipo afectiva. La prueba se realizó a un grupo de 50 jueces no entrenados, seleccionados entre edades de 5 a 85 años, razón por la cual se diseñó una boleta con una escala hedónica facial de 5 puntos (me gusta mucho, me gusta poco, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta poco, me disgusta mucho). Los atributos a evaluar fueron sabor, olor, color, textura y aceptación general.

### *Análisis químico proximal.*

Se realizó el análisis químico proximal a la HM, al PSL, a la formulación de galletas de mayor aceptación, así como a F0, utilizando los métodos de la AOAC

(2003) (9). El porcentaje de humedad se determinó con el método A.O.A.C. 23,003, en una estufa Quincy Lab 10-180 a una temperatura de  $130 \pm 5$  °C; las cenizas con el método A. O.A.C. 923,03 en una mufla marca Felisa FF340 a 550 °C; los lípidos (extracto etéreo) con el método A.O.A.C. 920,039 con un equipo de extracción Soxhlet Kimax Kimble, utilizando hexano como solvente; para la proteína cruda se utilizó el método A.O.A.C. 981,10 con un equipo macro Kjeldahl marca Tecni-Lab. El porcentaje de carbohidratos se determinó por el método de diferencia, que consiste en restar al 100%, el resultado del porcentaje de humedad, ceniza, grasa y proteínas.

#### Análisis estadístico.

La comparación entre los distintos parámetros químico proximales y de aceptación en las formulaciones se realizó mediante un análisis de varianza de una vía, seguido de una prueba de comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa de Tukey, con un valor de significancia de  $p < 0,05$ , utilizando el software XLSTAT-BASIC.

## Resultados

#### Evaluación sensorial.

En la tabla 1 se observa el puntaje en el nivel de aceptación de las galletas formuladas, donde el análisis estadístico demostró que la aceptación disminuye para todos los atributos analizados a medida que se incrementa la sustitución parcial de harina de trigo por HM y PSL. A pesar de esto, las formulaciones tienen un

adecuado nivel de agrado ya que los valores obtenidos, con excepción del sabor en F3 ( $2,275 \pm 1,5$ ), están por encima del valor medio de la escala hedónica de 5 puntos (2.5). De las formulaciones propuestas, la F1 mostró ser la de mayor aceptación, puesto que presentó la mayor puntuación sin encontrarse diferencias significativas con relación al F0 (control) ( $p < 0,05$ ); sin embargo, el olor y el color parecen impactar en la aceptación de las formulaciones experimentales, ya que fue en estos atributos en donde se observó que ninguna de las formulaciones fue aceptable en comparación con F0 (Tabla 1).

#### Análisis químico proximal.

##### Harina de moringa.

Se encontró que el porcentaje de humedad de la HM fue de  $10,86 \pm 0,79$  %,  $24,40 \pm 1,47$  % de proteínas,  $17,61 \pm 3,05$  % de lípidos,  $13,41 \pm 0,03$  % de cenizas y  $33,70 \pm 2,92$  % de carbohidratos (Tabla 2).

##### Polvo de suero lácteo.

Para el PSL el porcentaje de humedad fue de  $12,19 \pm 0,07$  %,  $13,73 \pm 0,90$  % de proteínas,  $3,68 \pm 0,04$  % de lípidos,  $10,61 \pm 0,07$  % de cenizas y  $60,78 \pm 0,13$  % de carbohidratos (Tabla 3).

Comparación del análisis químico proximal entre el control (F0) y la galleta fortificada de mayor aceptación.

**Tabla 1.** -Media  $\pm$  desviación estándar de la aceptación para los atributos evaluados. Las letras indican diferencias significativas entre las formulaciones. La significancia estadística se fijó a  $p < 0,05$ .

|    | Sabor                        | Olor                          | Color                         | Textura                         | Aceptación General             |
|----|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| F0 | $4,95 \pm 0,31$ <sup>a</sup> | $4,825 \pm 0,44$ <sup>a</sup> | $4,925 \pm 0,26$ <sup>a</sup> | $4,9 \pm 0,3$ <sup>a</sup>      | $4,9 \pm 0,05$ <sup>a</sup>    |
| F1 | $4,65 \pm 0,66$ <sup>a</sup> | $4,025 \pm 1,05$ <sup>b</sup> | $4,1 \pm 1,1$ <sup>b</sup>    | $4,625 \pm 0,67$ <sup>a,b</sup> | $4,35 \pm 0,33$ <sup>a,b</sup> |
| F2 | $3,7 \pm 1,3$ <sup>b</sup>   | $3,775 \pm 1,07$ <sup>b</sup> | $3,9 \pm 1,21$ <sup>b</sup>   | $4,275 \pm 0,98$ <sup>b</sup>   | $3,91 \pm 0,26$ <sup>b</sup>   |
| F3 | $2,275 \pm 1,5$ <sup>c</sup> | $2,85 \pm 1,52$ <sup>c</sup>  | $3,475 \pm 1,44$ <sup>b</sup> | $3,675 \pm 1,42$ <sup>c</sup>   | $3,06 \pm 0,64$ <sup>c</sup>   |

**Tabla 2.** Media  $\pm$  desviación estándar de los parámetros del análisis químico proximal de la harina de moringa (g/100 g de materia seca).

|               | %                |
|---------------|------------------|
| Humedad       | 10,86 $\pm$ 0,79 |
| Proteína      | 24,40 $\pm$ 1,47 |
| Lípidos       | 17,61 $\pm$ 3,05 |
| Ceniza        | 13,41 $\pm$ 0,03 |
| Carbohidratos | 33,70 $\pm$ 2,92 |

**Tabla 3.** Media  $\pm$  desviación estándar de los parámetros del análisis químico proximal del polvo de suero lácteo (g/100 g de materia seca).

|               | %                |
|---------------|------------------|
| Humedad       | 12,19 $\pm$ 0,07 |
| Proteína      | 13,73 $\pm$ 0,90 |
| Lípidos       | 3,68 $\pm$ 0,04  |
| Ceniza        | 10,61 $\pm$ 0,07 |
| Carbohidratos | 60,78 $\pm$ 0,13 |

Al ser F1 la formulación con los valores estadísticamente más altos de aceptación, se comparó su composición química proximal con F0 (control) para corroborar su enriquecimiento nutricional. Se demostró que la composición química proximal entre F0 y F1 es estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) (Tabla 4). En el caso de la humedad y carbohidratos, se registraron valores significativamente menores para F1; mientras que, para el contenido de proteínas, lípidos y cenizas, F1 mostró un enriquecimiento con valores significativamente más altos.

**Tabla 4.** Media  $\pm$  desviación estándar de los parámetros del análisis químico proximal (g/100 g de materia seca). Las letras indican diferencias significativas entre las formulaciones. La significancia estadística se fijó a  $p < 0,05$ .

|               | F0                            | F1                            |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Humedad       | 5,01 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>  | 4,05 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>  |
| Proteína      | 6,06 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>  | 6,9 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>   |
| Lípidos       | 53,15 $\pm$ 4,06 <sup>a</sup> | 61,41 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup> |
| Ceniza        | 1,39 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>  | 2,23 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>  |
| Carbohidratos | 34,36 $\pm$ 4,01 <sup>a</sup> | 25,41 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup> |

## Discusión

### Evaluación sensorial.

Se determinó que el incremento en la sustitución parcial de la harina de trigo por HM y de PSL disminuye la aceptación de los diferentes atributos analizados, siendo F3 la galleta de menor aceptación y F1 la más aceptada; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre F0 y F1, lo cual puede indicar que para F1 la sustitución parcial de harina de trigo no ejerce ningún efecto significativo en la aceptación de la galleta. Esto coincide con lo registrado por De Souza (10) y Alfonso y Méndez (11) quienes también encontraron que la sustitución de harina de trigo por HM al 5% no afectó la aceptación de la galleta; sin embargo, De Souza (10) registra una disminución de la aceptación general en su formulación con 8% de HM, mientras que Alfonso y Méndez (11) encuentran una disminución en la aceptación con la sustitución de moringa al 10 y 15%.

Galdámez- Gutiérrez *et al.*, (12), indican que la función del suero de leche en polvo en la masa para elaborar galletas es muy similar a la de la leche descremada en polvo, es decir, contribuye a la textura, sabor, color de superficie y le aporta un valor nutricional extra. La presencia de aminoácidos provenientes de la leche favorece las reacciones de pardeamiento durante el horneado, contribuyendo a la obtención del color y el aroma deseado. López-Villafuerte *et al.*, (13), encontraron que la sustitución parcial de hasta el 20%

de harina de trigo por PLS no generó cambios en la aceptación de galletas. De igual manera, Fernández *et al.*, (14) no observaron un efecto negativo en la aceptación de galletas con sustitución de harina convencional por 7,5% de proteína obtenida de suero lácteo.

Esto pone de manifiesto que la HM es la que ejerce el mayor efecto en la aceptación de las galletas desarrolladas en el presente trabajo, sobre todo en los atributos olor y color. Al respecto Asensi *et al.*, (15) sugieren que para que no se afecte la aceptabilidad del producto con añadido de HM, para el atributo olor, es fundamental el empleo de sustancias aromatizantes. Dado que el color de una galleta es normalmente tipo caramelo, el color verde que la moringa confiere a las galletas puede resultar desagradable para los consumidores, por lo que para evitar un sesgo de aceptación para este atributo es deseable utilizar coberturas, como el chocolate (16).

#### Análisis químico proximal.

##### Harina de moringa.

Para la humedad, se encontró un porcentaje de  $10,86 \pm 0,79$  % que es mucho mayor al registrado por Sandoval (17), Garavito (18) y Peñalver *et al.*, (19) quienes registran 6%, 7,5 % y 7,23 % de humedad, respectivamente, para la HM. El incremento en el contenido de humedad registrado en la HM utilizada en este trabajo puede deberse a que no se almacenó al vacío; sin embargo, el uso de esta harina como sustituto de harina de trigo es posible, ya que no supera el 15,5% de humedad establecido como límite máximo por el *Codex Alimentario* (CXS 152-1985) para la harina de trigo (20).

El contenido proteico para la HM elaborada para este estudio fue de 24,4%, similar a lo reportado por Sandoval (17) (25,7%), Llanes *et al.*, (21) (25,6%), Peñalver *et al.*, (19) (25,3%) y Garavito (18) (27,1%). Únicamente Del Toro *et al.*, (22), registran un porcentaje menor al 24%. Esto es un buen indicio de la calidad proteica de la materia prima utilizada en este proyecto ya que, de acuerdo a Fahey (23), las hojas de moringa contienen altas cantidades de proteínas, casi al igual que la leche en polvo.

En el caso de lípidos se registró un 17,6% lo que representan un contenido superior a los resultados de Fuglie (24) (2,3%), Peñalver *et al.* (19) (5,75%) y Sandoval (17) (6,5%). El porcentaje de lípidos más alto encontrado en caracterizaciones anteriores es el registrado por Sultana (25) (9,51%).

Para las cenizas, se obtuvo un valor más alto ( $13,41 \pm 0,03$  %) en comparación con lo registrado en otros trabajos. Llanes *et al.*, (21) registraron el 11,4 %; el menor porcentaje fue el registrado por Sandoval (17) quien reporta un 4,8%. El mayor contenido de cenizas de la moringa encontrada en el presente proyecto es un indicador de una alta concentración de minerales, de los cuales el calcio, fósforo, potasio, sodio, hierro, magnesio, zinc y cobre han sido cuantificados en polvo de hojas secas de moringa por otros autores (22, 24, 25).

De los carbohidratos se obtuvo un valor de 33,7%, valor parecido a lo descrito por Fuglie (24) (38,2%); sin embargo, Sandoval (17), Del Toro *et al.*, (22) y Sultana (25) registran valores superiores de 56,9 %, 52,1% y 47,25%, respectivamente. Por otra parte, Garavito (18) menciona un valor de 8,2%.

Foidl *et al.*, (26) señaló que existe una amplia variabilidad en la composición nutritiva de la moringa dado por diferencias en las condiciones edafoclimáticas, las partes de la planta, edad de corte y época del año.

##### Polvo de suero lácteo.

El contenido de humedad del PSL fue de  $12,19 \pm 0,07$ %; Teniza (27) obtuvo un resultado de 1,5% en el análisis de PSL grado industrial. El *Codex Alimentarius* (28) especifica un máximo de 5% de humedad para suero lácteo en polvo, lo que significa que nuestros resultados exceden este parámetro establecido. Esto puede deberse a que, el PSL no se almacenó en bolsas herméticas al vacío, y dado que, los productos con alto contenido proteico son muy higroscópicos, especialmente en forma liofilizada (29, 30), el porcentaje de humedad registrado aumentó considerablemente, por lo que es necesario tener más cuidado durante el almacenamiento para preservar sus propiedades funcionales en trabajos futuros. Aun así, es posible usar el polvo obtenido en este trabajo para reemplazar la harina de trigo en un producto de panadería (galletas), de acuerdo al *Codex Alimentarius* (20).

El contenido proteico promedio obtenido en el presente estudio fue de  $13,73 \pm 0,90$ %,

resultandos similares a los presentados por Luquet (31) y Posada *et al.*, (32) quienes reportan un 13% y 11-14,5% para el suero dulce en polvo, respectivamente. Además, también se encuentra por arriba del nivel mínimo del 7% para el suero ácido en polvo establecido en el *Codex Alimentarius* (28). El alto contenido de proteínas del suero lácteo resulta por lo tanto significativo para su uso en productos alimenticios ya que es una importante fuente de inmunoglobulinas, las cuales son conocidas por su efecto inmunoprotector. Éstas contribuyen a fortalecer el sistema de defensa del organismo (33).

En la determinación de lípidos se obtuvo un valor promedio de  $3,68 \pm 0,04\%$ , mayor a lo registrado por otros autores y a lo considerado por el *Codex Alimentarius* (2%) (28). Luquet (31) registró un índice de lípidos del 1% para el suero de leche en polvo suave; Asas *et al.*, (33) registran un contenido de lípidos del 1 % en el suero de leche ácido en polvo y un 0,2 % en el suero de leche en polvo dulce. Esto puede deberse que la recuperación de la grasa de la cuajada es más efectiva en las queserías industriales frente a las queserías artesanales (34), como en el caso del presente trabajo, por lo que no es extraño que el porcentaje graso de nuestro suero lácteo sea algo elevado.

Se encontró que el valor medio de cenizas fue de  $10,61 \pm 0,07\%$ ; Teniza (27) registró en promedio 7,5% de cenizas en PLS grado alimenticio. Asas *et al.*, (33) encontraron porcentajes de cenizas que varían de 7 a 8% en suero ácido, mientras que en suero dulce se obtuvieron valores de 4 a 5%. Cabe señalar que ambos trabajos obtuvieron el suero en polvo mediante un proceso de secado por aspersión a diferencia del presente trabajo en donde se obtuvo por liofilización. Valores más similares a nuestros resultados son los presentados por Luquet (31) quien encontró un 9% de cenizas para suero lácteo dulce en polvo; además, nuestros resultados cumplen con lo establecido en el *Codex Alimentarius* en donde se define cómo límite máximo 15 % para el suero ácido en polvo (28). El concepto de cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión completa de los componentes orgánicos de un alimento; este

residuo se corresponde en el contenido en minerales del alimento. Los sueros ácidos presentan mayor contenido en calcio y fósforo debido a la solubilización del fosfato cálcico coloidal de las micelas de caseína durante la acidificación; sin embargo, en los sueros dulces no se produce la separación del calcio de las micelas, por lo que la mayoría del calcio permanece retenido en el queso y no se pierde en el suero (35).

En el suero en polvo grado alimenticio y en el suero en polvo industrial, el contenido de carbohidratos mencionado por Teniza (27) es del 76,5% mientras que en el presente estudio se registró un porcentaje menor,  $60,78 \pm 0,13\%$ .

Es importante mencionar que la composición del suero lácteo depende de la leche de la que se obtiene, misma que puede observar variaciones en función de la raza de los animales, la época del año, su alimentación, el clima en donde se desarrollan (36), además de los tratamientos previos (homogeneización, centrifugación, tratamiento térmico) que experimenta para la fabricación quesera (35).

Los resultados anteriores indican que las propiedades nutricionales, tanto del PSL obtenido por liofilización como la HM, representan subproductos alimentarios de alto valor nutritivo, viables para su uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios de calidad.

*Comparación del análisis químico proximal entre el control (F0) y la galleta fortificada de mayor aceptación (F1).*

De acuerdo con el resultado del análisis químico proximal, F0 obtuvo un porcentaje de humedad de  $5,01 \pm 0,03\%$ , siendo un porcentaje mayor al encontrado por Sandoval (17) para su galleta control ( $3,10 \pm 0,02\%$ ); en la formulación F1 se obtuvo una humedad de  $4,05 \pm 0,12\%$ , resultado menor en comparación a lo obtenido por Ruiz (37) para galletas con un 5% de harina de hoja de moringa ( $7,95 \pm 0,02\%$ ); sin embargo, todos estos valores de humedad son aceptables ya que son menores al 8% establecido como límite máximo por la NMX-F-006-1983 (38). El que F1 haya tenido significativamente un menor porcentaje de humedad en comparación con F0 es favorable ya que desde el punto de vista microbiológico, una menor humedad favorece su conservación a temperatura ambiente (39).

En cuanto a las proteínas, se registró  $6.90 \pm 0.04$  % para F1, mientras que se encontró un aporte menor para F0, lo cual coincide con lo mencionado por Asensi *et al.*, (15) quienes afirman que al usar moringa como sustituto de harina de trigo se consigue un aumento en los porcentajes de proteínas. Esto es corroborado por varios autores; De Souza (10) registró valores de proteínas de 8,92 % en galletas con el 8% de sustitución de HM. Gutiérrez (40) encuentra una mayor concentración de proteínas (15,62%) en galletas con sustitución de 15% de moringa. En cuanto al suero lácteo, López-Villafuerte *et al.*, (13), mencionan que la proteína del suero de leche constituye una rica fuente de dos aminoácidos y encuentran porcentajes mayores en comparación con lo obtenido en el presente estudio, para su galleta, enriquecida con 10,59 % de harina de suero lácteo, un 12,95% de proteínas; esto se debe a la mayor porción de sustitución de harina de trigo por harinas de suero lácteo y soya. Aún así, F1 presentó un contenido de proteínas del  $6,90 \pm 0,04$ %, que es significativamente mayor al observado en F0 y mayor en un 15,7% al mínimo permitido de acuerdo a la NMX-F-006-1983 (38).

De lípidos en F1 se obtuvo  $61,41 \pm 0,34$ %, mientras que Sandoval (17) registró  $16,87 \pm 0,02$ % en su galleta con 6% de HM; el valor más bajo de lípidos en el presente estudio lo obtuvo el blanco (F0) con  $53,15 \pm 4,06$ %, comparado con lo obtenido por Sandoval (16) en su galleta control ( $10,57 \pm 0,03$ %); López-Villafuerte *et al.*, (13) encuentran un porcentaje de lípidos del 0,84% para sus galletas con el 10,59% de harina de suero lácteo. Los porcentajes de grasa registrados en este estudio exceden el mínimo permitido de 10,0% de acuerdo a la NMX-F-006-1983 (38). Esto puede estar relacionado con el alto contenido de lípidos encontrados en la HM analizada.

Para las cenizas, F0 registró  $1,39 \pm 0,01$ %, valor que es menor a lo obtenido por Sandoval (16) en su galleta control ( $1,71 \pm 0,01$ %). En el estudio realizado por Ruíz (37) en su formulación con 5% de HM, encuentra un porcentaje de  $2,64 \pm 0,20$ %, mientras que Sandoval (17) en su formulación con 6% de HM registró un  $2,27 \pm 0,01$ %, valores que son parecidos a lo obtenido en este estudio para la galleta con mayor aceptación, F1 ( $2,23 \pm 0,01$ %); sin embargo, estos valores son ligeramente mayores a los establecidos en la NMX-F-006-1983 (38), en donde se considera un valor máximo del 2% de cenizas. Este ligero aumento puede deberse al alto contenido de material mineral presente en la moringa (22, 24, 29) y el PSL (35).

Los porcentajes de carbohidratos para F0 y F1 ( $34,36 \pm 4,01$  y  $25,41 \pm 0,12$ , respectivamente) estuvieron muy por debajo de lo registrado por otros autores; Sandoval (17) en su galleta control obtuvo un 68,28%. López-Villafuerte *et al.*, (13) presentó un valor de 59,49% para su galleta con 10,59% de harina de suero lácteo. La galleta F1 obtuvo un porcentaje bastante bajo comparado con el  $62,82 \pm 0,62$ % obtenido por Hernández y Méndez (41) para su galleta de HM y amaranto (5% HM + 45% harina de amaranto). La NMX-F-006-1983, considera un contenido máximo de carbohidratos del 74% para galletas, por lo que lo observado en el presente trabajo, está muy por debajo el límite establecido y representa los valores más bajos de carbohidratos registrados en la literatura para galletas con sustitución parcial de harina de trigo por HM y/o PSL. La cantidad de carbohidratos adecuada para una dieta saludable es desconocida, pero de acuerdo al Instituto de Medicina de los Estados Unidos, la ingesta diaria de calorías provenientes de carbohidratos debería estar entre 45% y 65% (42). Sin embargo, se ha encontrado que el límite más bajo de consumo de carbohidratos necesario para vivir aparentemente es cero, siempre y cuando se ingiera la cantidad adecuada de grasas y proteínas.

De acuerdo con el *Codex alimentarius* (43) se considera que un alimento fue fortificado o enriquecido cuando, por adición de nutrientes (tanto si están contenidos normalmente en el alimento o no), se aumenta su valor nutritivo por encima de los contenidos del alimento original, con el fin de prevenir o corregir una carencia de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de la población. De acuerdo a esta definición, la adición de PSL, así como HM a F1 mostró ser una buena alternativa para fortificar la galleta elaborada en el presente trabajo, ya que se elevó su valor proteico, de cenizas y lípidos, así como un contenido adecuado de humedad y de carbohidratos.

La fortificación de alimentos básicos que consume la mayoría de la población, como el caso de las galletas elaboradas en este trabajo, es la manera más eficaz para corregir las deficiencias de nutrientes esenciales

en una población, debido a su cobertura y disponibilidad. La incorporación de las galletas formuladas, con 90% de harina de trigo, 5 % de HM y 5 % de PSL, a la dieta resulta una alternativa interesante como complemento nutricional que contribuya a la buena alimentación y disminución de la desnutrición en la población; sin embargo, es necesario realizar estudios químicos adicionales para conocer el tipo de aminoácidos, lípidos y minerales que contiene la galleta, así como su estabilidad microbiológica.

### Conclusiones

El alto grado de aceptabilidad de F1 para los atributos sensoriales evaluados, sin que se encontraran diferencias significativas con el blanco (F0), indica que la sustitución parcial de harina de trigo por HM y PSL no influyen en la calidad del sabor y la aceptación del producto; además, la comparación de la composición química proximal entre F0, control, y F1, formulación de mayor aceptación, pone en evidencia que la galleta formulada con 90% de harina de trigo, 5 % de HM y 5 % de PSL tiene un enriquecimiento en cuanto al contenido proteico, de lípidos y de cenizas, así como un contenido adecuado de humedad y de carbohidratos. Esto sustenta la viabilidad del producto para ser utilizado como alternativa para contribuir a la buena alimentación en la población.

### Agradecimientos

El presente estudio fue desarrollado gracias al financiamiento y apoyo del Tecnológico Nacional de México a través del Proyecto de Desarrollo Tecnológico e Innovación número 913h85 (11025) y por el Instituto Tecnológico de Tapachula.

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de interés.

### Referencias

1. Guo M, Wang G. History of whey production and whey protein manufacturing. In: Guo M, editor. *Whey Protein Production, Chemistry, Functionality, and Applications*. Chichester, UK: John Wiley & Sons; 2019. p. 1-12.
2. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). Boletín de Leche:enero-marzo 2019. México, DF. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Bolet%C3%ADn%20de%20Leche%20enero-marzo%202019.pdf>
3. Ochoa P. Caracterización de los procesadores y análisis de la calidad de la leche y el queso del municipio de Tércpatan, Chiapas [Tesis de pregrado]. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Chiapas; 2013.
4. Vázquez Esnoval CO, Pinto Ruiz R, Rodríguez Hernández R, Carmona de la Torre J, Gómez de Jesús A. Uso, producción y calidad nutricional del lactosuero en la región central de Chiapas, Av Investig Agropecu. 2017; 21(1):65-75.
5. Hernández, TR. Diagnóstico del uso de lactosuero derivado de queserías de la región Frailesca [Tesis de pregrado]. Villaflores, Chiapas. México: Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas, 2015.
6. Kashyap P, Kumar S, Riar CS. *et al.* Recent Advances in Drumstick (*Moringa oleifera*) Leaves Bioactive Compounds: Composition, Health Benefits, Bioaccessibility, and Dietary Applications, Antioxidants. 2022; 11(2):402. <https://doi.org/10.3390/antiox11020402>
7. Saa RW, Fombang EN, Ndjantou EB, Njintang NY. Treatments and uses of *Moringa oleifera* seeds in human nutrition: A review. Food Sci Nutr. 2019; 7(6):1911-1919. Doi:10.1002/fsn3.1057.
8. García-Chong N, Trujillo-Olivera L, Zúñiga-Cabrera M. Vulnerabilidad de la niñez en Chiapas. Temas de Salud. Primera edición electrónica. México: Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Humana, Cuerpo Académico: Promoción y educación en salud. El Colegio de la Frontera Sur; 2015.
9. AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. USA: Association of Analytical Communities. 2003.
10. De Souza C. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*), por harina de moringa (*Moringa oleifera*), en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en galletas [Tesis de pregrado]. Trijillo-Perú: Facultad de ingeniería, Universidad Cesar Vallejo; 2018.
11. Alfonso A, Méndez R. Galletas de harina de moringa (*Moringa Lam*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*) [Tesis de pregrado]. Chiapas, México: Facultad de ciencias de la nutrición y alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; 2018.
12. Galdámez-Gutierrez K, Gamboa-Coronel M, Márquez-Montes R, Ballinas Gómez M, Vela-Gutiérrez, G. Elaboración de una galleta y su impacto sensorial en escolares y jueces semientrenados. En: Vela-Gutiérrez, editor. Suero de leche: Impacto nutricional, tecnologías de procesamiento, evaluación sensorial e innovación gastronómica. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: UNICACH; 2020. p.75-104.

13. López-Villafuerte K, Cabrera-Martínez D, Águilar-Nájera O, Sol-González W, López-Zúñiga E, Vela-Gutiérrez G. Evaluación del impacto nutricional y la aceptación organoléptica de galletas enriquecidas con lactosuero, soya y nuez de macadamia en preescolares de una comunidad de Chiapas, México. *CienciaUAT*. 2013; 8(1): 33-41. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942930005>
14. Fernández A, Rojas E, García A, Mejía J, Bravo A. Evaluación fisicoquímica, sensorial y vida útil de galletas enriquecidas con subproductos proteicos de suero de quesería. *Rev Cient*. 2016; 26(2): 71-79. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95945988003>
15. Asensi G, Durango A, Gaspar R. *Moringa oleifera*: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. *Arch Latinoam Nutr*. 2017;67(2): 86-96.
16. Aguiar-Naranjo P. Estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de galletas con sustitución parcial de *Moringa oleifera* [Tesis de pregrado]. Ambato, Ecuador: Facultad de ciencias e ingeniería en alimentos y biotecnología, Universidad Técnica de Ambato.; 2019.
17. Sandoval Micha D. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de hojas de moringa (*Moringa oleifera*) y harina de soya (*Glycine max*) en la elaboración de galletas dulces [Tesis de pregrado]. Chimbote, Perú: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Santa; 2020.
18. Garavito U. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. *Avicultura*. 2008. <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/foros/articulo-moringa-oleifera-alimento-t13131/078-p0.htm>
19. Peñalver R, Martínez-Zamora L, Lorenzo J, Ros G, Nueto G. Nutritional and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaves in functional foods. *Foods*. 2022; 11:1107-1119. Doi:10.3390/foods11081107.
20. *Codex alimentarius*. Norma para la harina de trigo. Codex STAND 152-1985. Adoptada en 1985. Revisión 1995. Enmienda 2016, 2019, 2021. Disponible en: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS\\_152s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf)
21. Llanes J, Toledo J, Sarduy L. Evaluación de la harina de moringa (*Moringa Oleifera* Lam) en *Clarias gariepinus*. *Rev Cub Inv Pesq*. 2016;33(1):53-58.
22. Del Toro M, Carballo H, Rocha R. Corn flour fortified with *Moringa oleifera* leaves powder: alternative against hunger on vulnerable population. *Rev Cient*. 2016;20(2):77-86. Doi:10.25100/rc.v20i2.4675.
23. Fahey JW. *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *TFLJ*. 2005;1(5):1-15.
24. Fuglie LJ. Combating malnutrition with Moringa. In: Fuglie L, editor. *The miracle tree: the multiple attributes of Moringa*. Wageningen, the Netherlands: CTA Publication; 2001. p. 117-136.
25. Sultana S. Nutritional and functional properties of *Moringa oleifera*. *Metabol Open*. 2020;9(8):100061. Doi:10.1016/j.metop.2020.100061.
26. Foidl N, Makkar HPS, Becker K. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. *Proceedings of the International Workshop "What Development Potential for Moringa Products?"*; 2001 29th October - 2nd November; Dares-Salaam, Tanzania. CIRAD; 2001. p. 47-67.
27. Teniza O. Estudio del suero de queso de leche de vaca y propuesta para el reuso del mismo [Tesis de posgrado]. Tlaxcala, México: Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional; 2008.
28. *Codex alimentarius*. Norma para los sueros en Polvo. CXS 289-1985. Adoptada en 1985. Revisión 2003. Enmienda 2006, 2010, 2018. Disponible en: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B289-1995%252FCXS\\_289s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B289-1995%252FCXS_289s.pdf)
29. Wit J, Klarenbeek B, Adamse M. Evaluation of functional properties of whey protein concentrates and whey protein isolates. 2. Effects of processing history and composition. *Neth. Milk Dairy J*. 1986;40:41-56.
30. Pintado M, López da Silva J, Malcata F. Comparative characterization of whey protein concentrates from ovine, caprine and bovine breeds. *LWT- Food Sci Tech*. 1999;32 (2):231-237. Doi:10.1006/fstl.1999.0531.
31. Luquet, F. M. Leche y productos lácteos: vaca-oveja-cabra. Los productos lácteos 2: transformación y tecnología. Zaragoza, España: Acribia; 1993.
32. Posada K, Terán D, Ramírez-Navas J. Empleo de lactosuero y sus componentes en la elaboración de postres y productos de confitería. *Aliment Lat*. 2011; 292:66-75.
33. Asas C, Llanos C, Matavaca J, Verdezoto D. El lactosuero: impacto ambiental, usos y aplicaciones vía mecanismos de la biotecnología. *Agroind Sci*. 2021;11(1):105-11. <http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.13>
34. Moreno-Indias I, Castro N, Morales-de la Nuez A, et al. Farm and factory production of goat cheese whey results in distinct chemical composition. *J Dairy Sci*. 2009;92(10): 4792-4796. Doi:10.3168/jds.2009-2215.
35. Jelen P. Whey: composition, properties, processing and uses. In Hui Y, editor. *Encyclopedia of food science and technology*. New York: John Wiley & Sons (Wiley-Interscience Publication); 1992. p. 2835-2845.
36. Tziboula-Clarke A. 2003. Goat milk. In Roginnski H, Fuquay J, Fox P, editors. *Encyclopedia of dairy sciences*, vol. 2'. Academic Press; 2003. p. 1270-1279.
37. Ruíz R. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) por la mezcla de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*): harina de hoja de moringa

- (*Moringa oleifera*) en las características fisicoquímicas y aceptabilidad de una galleta [Tesis de pregrado]. Trujillo, Perú: Facultad de Ingeniería. Universidad César Vallejo; 2018.
38. Norma Mexicana NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. <https://media.gotomexico.today/reglament/nmx-f-006-1983.pdf>
  39. Lianou A, Panagou E, Nychas G. Microbiological spoilage of foods and beverages. In: Subramaniam P., editor. *The Stability and Shelf Life of Food*. 2nd ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing; 2016. p. 3–42.
  40. Gutiérrez G. Elaboración de galletas adicionadas con harina de moringa [Tesis de pregrado]. Chiapas, México: Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; 2015.
  41. Hernández A, Méndez R. Galleta de harina de moringa (*Oleífera lam*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*) [Tesis de pregrado]. Chiapas, México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; 2018.
  42. Institute of Medicine of National Academies. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. Washington DC: National Academies Press; 2005.
  43. *Codex Alimentarius*. Principios generales para la adición de nutrientes esenciales a los alimentos. CAC/GL 9-1987. Adoptado en 1987. Enmiendas: 1989 y 1991. Revisión: 2015. Disponible en: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B9-1987%252FCXG\\_009s\\_2015.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B9-1987%252FCXG_009s_2015.pdf)

Recibido: 02/08/2022  
Aceptado: 27/03/2023

## Análisis de posibles peligros en leche materna donada. Revisión

Diana Víquez Barrantes<sup>1</sup> , Ana I. Incer González<sup>2</sup> , Oscar Acosta<sup>1</sup> , Jessie Usaga<sup>1</sup> .

**Resumen: Análisis de posibles peligros en leche materna donada. Revisión.** La leche materna donada es un recurso de alto valor que puede ser utilizado para la alimentación de neonatos hospitalizados y a término, por tanto, garantizar su inocuidad es imperativo. Esta revisión de literatura reúne los principales peligros de naturaleza física, química y microbiológica identificados en leche materna, con la intención de proveer una referencia que los consolide de tal forma que la información pueda ser utilizada por bancos de leche humana, gobiernos y agencias regulatorias para establecer mecanismos para su prevención y control. Se realizó una revisión de literatura entre agosto del 2021 y octubre del 2022, utilizando buscadores y descriptores específicos para peligros de transmisión alimentaria en leche materna. Se incluyeron estudios publicados en español o en inglés. Se identificaron 31 agentes biológicos patógenos incluyendo bacterias, virus y parásitos. Como peligros químicos se reportaron medicamentos, drogas, cafeína, infusiones herbales, micotoxinas, alérgenos, especias, suplementos nutricionales, contaminantes ambientales y desinfectantes. Se alerta sobre la presencia potencial de plástico y vidrio de tamaño menor a 7 mm proveniente del ambiente de extracción y recipientes. La presencia de peligros microbiológicos y químicos en leche materna puede darse por transmisión vertical, temperaturas inadecuadas durante el almacenamiento y contaminación en el proceso. La presencia de peligros físicos se relaciona con la manipulación de los implementos en etapas posteriores a la extracción. Se requiere prestar atención a los hábitos de la madre para prevenir peligros químicos, así como más investigación relacionada con micotoxinas en leche materna. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 42-59.**

**Palabras clave:** Leche humana, enfermedad transmitida por los alimentos, inocuidad de los alimentos.

**Abstract: Analysis of potential hazards in donated breast milk. Review.** Donated breast milk is a high-value resource which can be used to feed hospitalized neonates and full-term infants, therefore, ensuring its safety is imperative. This literature review presents the main hazards of physical, chemical and microbiological nature identified in human milk, with the intention of providing a reference that consolidates the reported hazards reported, so the information can be used by human milk banks, governments and regulatory agencies to establish prevention and control mechanisms. A literature review was carried out between August 2021 and October 2022, using search engines and specific descriptors for foodborne hazards in breast milk. Studies published in Spanish and English were considered. 31 pathogenic biological agents including bacteria, viruses and parasites were identified. Medications, drugs, caffeine, herbal infusions, mycotoxins, allergens, spices, nutritional supplements, contaminants of environmental origin and disinfectants were reported as chemical hazards. No physical hazards were identified, however the potential presence of plastic and glass smaller than 7 mm from the extraction environment or containers is alerted. Presence of microbiological and chemical hazards can be due to vertical transmission, inadequate temperature of storing, contamination during extraction, packaging, and infant feeding. Whereas presence of physical hazards is related to implements handling after extraction. Attention to hygiene and habits of the mother to prevent chemical hazards and further research related to mycotoxins in human milk is required. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 42-59.**

**Keywords:** Human milk, foodborne disease, food safety.

### Introducción

La leche materna es un alimento único debido al aporte nutricional que provee al infante y al contenido de compuestos bioactivos como inmunoglobulinas, enzimas y hormonas. Brinda protección contra infecciones y participa en el desarrollo del sistema inmune, digestivo y neurológico del niño, haciéndola esencial para el infante (1-6).

<sup>1</sup>Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, código postal 11501-2060, San José, Costa Rica. <sup>2</sup> Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, código postal 11501-2060, San José, Costa Rica.

Autor para la correspondencia: Diana Víquez Barrantes, E-mail: [diana.viquezbarrantes@ucr.ac.cr](mailto:diana.viquezbarrantes@ucr.ac.cr)



Cuando la leche de la propia madre no está disponible o es contraindicada, la primera opción de alimentación debe ser leche humana inocua, proveniente de madres donadoras sanas (7). En los Bancos de Leche Humana (BLH) alrededor del mundo se recibe leche humana de donadoras aprobadas, reconocidas como sanas, y en la mayoría de los países, se pasteuriza el fluido antes de ser distribuido a los diferentes centros médicos (8-11).

La leche materna es requerida por infantes en término y prematuros. También, se han reconocido los beneficios en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), dado que, por su composición nutricional, la leche materna protege contra enfermedades comunes adquiridas en UCI, asociándose también con una salida temprana y una disminución de las tasas de readmisión en infantes pretérmino (12).

Para el funcionamiento de un BLH se recomienda la implementación de un sistema basado en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP por sus siglas en inglés), con el propósito de asegurar la inocuidad de la leche humana donada (13-17).

La base de un sistema HACCP es una valoración del riesgo asociado con los peligros en las distintas etapas del proceso, que contempla además acciones como definición de puntos críticos de control, monitoreo y verificación (18). El término peligro se define como “un agente biológico, químico o físico presente en el alimento que puede causar un efecto adverso para la salud” (19). Existe evidencia de que las BPM, los procedimientos estandarizados y el análisis de peligros, son necesarios en los BLH para controlar y reducir los riesgos asociados con el uso de leche materna para infantes pretérmino o con enfermedades (20). La implementación de estos sistemas en BLH generan más confianza en el procesamiento y una gestión de riesgos que permite el aseguramiento de la inocuidad (18).

El objetivo de esta revisión es documentar los posibles peligros físicos, químicos y

microbiológicos a considerar para leche humana, con un especial énfasis en leche humana donada para uso en BLH, como base para el control de su inocuidad.

## **Materiales y métodos**

La revisión de literatura se realizó en el período comprendido entre agosto del 2021 y octubre del 2022. Se revisaron artículos publicados que reportaron la presencia de agentes biológicos causantes de enfermedad en leche materna o casos de pacientes con afecciones a su salud confirmadas producto de la ingesta de leche materna contaminada, contaminantes químicos, tanto por exposición de la mujer donante como por contacto directo de la leche, y cuerpos extraños que puedan estar presentes en leche materna y causar daño al consumirla.

La revisión bibliográfica se realizó utilizando el buscador académico Google Scholar y las bases de datos PubMed, Science Direct y Scopus. Las referencias seleccionadas, si bien datan de 1981 a 2022, no se delimitan a un período de tiempo específico sino a su vinculación con la temática. Se recopilaron un total de 159 publicaciones, de las cuales 39 se descartaron con base en los criterios establecidos de inclusión y exclusión. Del total de trabajos incluidos en la presente revisión (120), 56 correspondieron a estudios relacionados con peligros microbiológicos, 37 con peligros químicos y 7 con peligros físicos. Para la selección de los estudios, se contemplaron algunos criterios de inclusión tales como, publicaciones en idioma español o inglés y al menos 30% de las referencias publicadas en los últimos cinco años. Se priorizaron investigaciones sobre casos confirmados de brotes de enfermedad transmitida por consumo de leche contaminada con microorganismos patógenos (agentes biológicos), detección de contaminantes químicos y presencia de cuerpos extraños en leche materna contaminada.

La estrategia de búsqueda se realizó utilizando combinaciones de términos relacionados con la inocuidad de leche materna, tales como: “*pathogens in breastmilk*”, “*breastmilk safety*”, “*breastmilk HACCP*”, “*chemical hazards in human milk*”, “*drugs in breastmilk*”, “*human milk bank guidelines*”, “*allergens in breastmilk*”, “*mycotoxins in breastmilk*”, “*physical hazards in human milk*”, “*hard or sharp objects in breastmilk*”, “*choking hazard in breastmilk*”, y “*glass or plastic hazards in breastmilk*”.

Se excluyeron las publicaciones en las que se reporta el efecto de la leche materna contra algunos agentes patógenos, como por ejemplo parásitos de origen alimentario y aquellos que no evidenciaban la presencia del agente causante de enfermedad en el fluido de interés como tal. No se consideró la probabilidad de ocurrencia ni la severidad de la presencia, resultando en la lista completa de los peligros identificados. Asimismo, no se hizo una distinción entre los peligros con mayor severidad, considerando el estado de salud ni edad del lactante, ni tampoco el uso posterior de la leche extraída por ejemplo para uso domiciliario en la alimentación de hijos propios y sanos contra el uso del fluido en unidades de cuidados intensivos neonatales en hospitales.

Se incluyeron los peligros microbiológicos y químicos que pueden ser transferidos de la madre al neonato por medio de la leche materna, lo que se conoce como transmisión vertical, por alimentación directa o posterior a la extracción de la leche, así como los peligros microbiológicos, químicos y físicos que pueden ser introducidos posterior a la extracción del fluido. Algunos peligros microbiológicos y químicos son reportados a través de casos clínicos o estudios epidemiológicos.

Con respecto a los peligros químicos, se priorizó en los medicamentos y drogas incluidos en los cuestionarios de selección de donadoras para bancos de leche humana, donde cualquier ingesta del medicamento o droga representaba una exclusión para donar.

Para peligros físicos se revisaron las recomendaciones de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés) para industria alimentaria debido a que en ese contexto se reconoce la importancia de la identificación de este peligro en alimentos dirigidos a poblaciones susceptibles (21). Adicionalmente, con el objetivo de identificar los tipos de peligros físicos se revisó la norma *Codex Alimentarius* Principios Generales de Higiene de los Alimentos CXC 1-1969.

## Resultados

En la Figura 1 se detallan algunos ejemplos de posibles fuentes de introducción de peligros microbiológicos, químicos y físicos durante las etapas de extracción y manejo de leche materna extraída (LME).

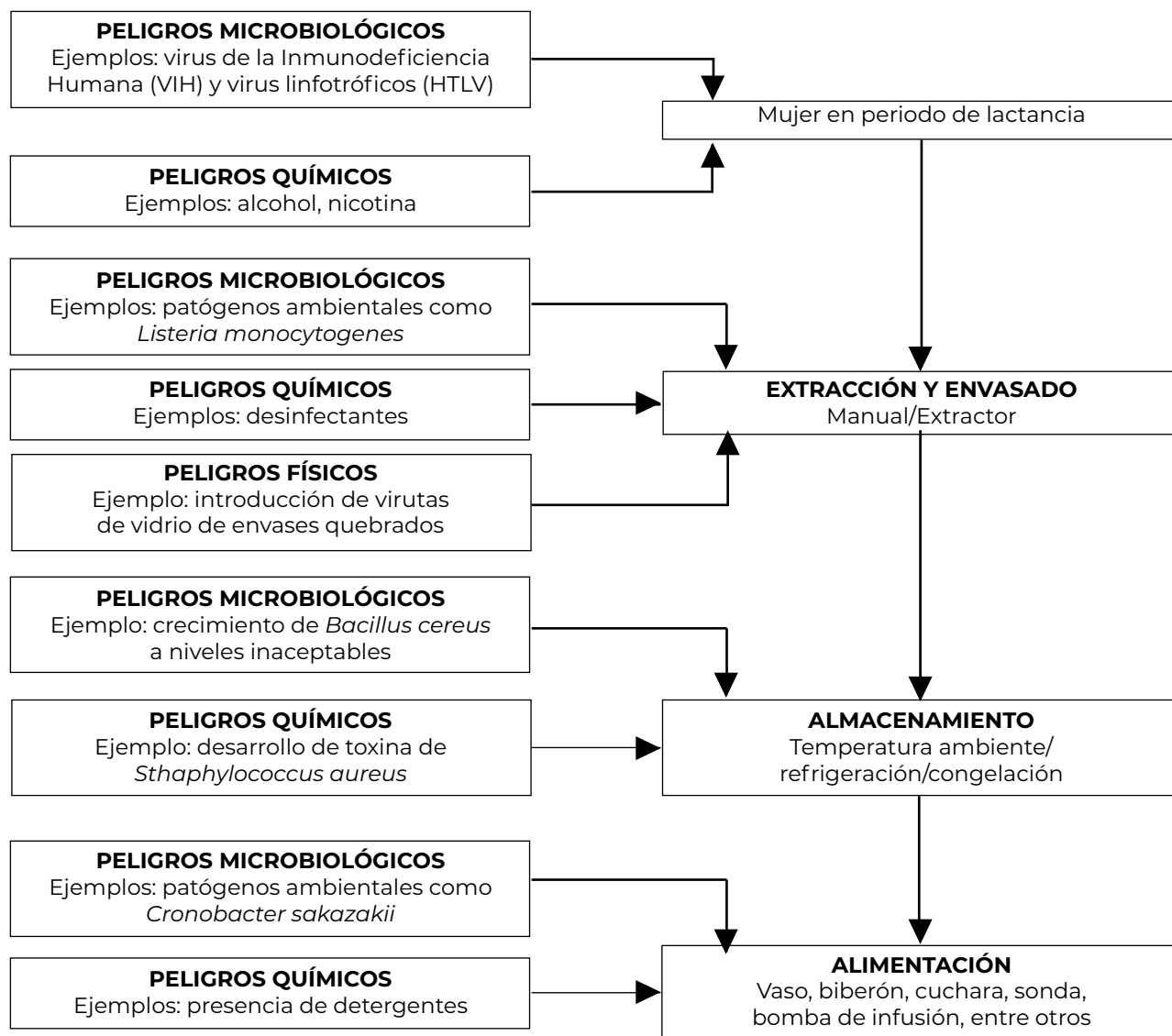
### *Peligros microbiológicos.*

Los diversos agentes microbiológicos causantes de enfermedad, incluyendo bacterias, virus y parásitos vinculados a leche materna (por exposición de la mujer donante o por contacto directo de la leche extraída) (Tabla 1). Resultan de particular atención aquellos patógenos que han causado brotes en unidades neonatales de cuidados intensivos, como por ejemplo *Staphylococcus aureus* (22) y *Bacillus cereus* (23). La presencia de *S. aureus* antes de la pasteurización es de particular preocupación ya que, de no controlarse las condiciones de manejo de la leche materna como el tiempo y la temperatura de almacenamiento, el microorganismo puede producir una enterotoxina resistente al calor que podría generar afecciones en los infantes, aún después de aplicar una pasteurización al fluido (24). Por su parte, las infecciones nosocomiales causadas por *S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA por sus siglas en inglés) son una de las principales causas de brotes en las unidades de cuidados intensivos (25).

*Bacillus cereus* también representa un peligro de particular preocupación en leche materna dada su naturaleza de organismo esporulado y su capacidad de producir una enterotoxina estable al calor. Por lo tanto, la literatura enfatiza sobre la importancia de implementar controles posteriores a la pasteurización para garantizar la inocuidad de la leche materna (26). *B. cereus* se caracteriza por incluir cepas patógenas causantes de los síndromes emético y diarreico. Esto representa un grave riesgo de salud pública, en particular para neonatos prematuros, dado que su sistema inmunológico inmaduro y la posible exposición a procedimientos invasivos (en caso de hospitalizaciones), eleva el riesgo de infección con este patógeno (27).

### *Peligros químicos.*

Los contaminantes químicos de interés en leche materna, por sus posibles repercusiones en el lactante, se presentan en la Tabla 1.



**Figura 1:** Ejemplos de peligros físicos, químicos y microbiológicos y su ruta de contaminación en leche materna.

Estos peligros pueden clasificarse en dos grandes grupos según la vía por la que podrían llegar a la leche humana: por exposición de la mujer donante y por contacto directo de la leche extraída con algún contaminante.

Los posibles contaminantes químicos son numerosos, resultando de principal interés en los bancos de leche, el uso de medicamentos y drogas ilícitas por parte de la mujer donante debido a las posibles consecuencias en la salud del neonato al exponerse a ellos a través

de la leche donada. Gran parte de estas sustancias químicas ingeridas por las mujeres en lactancia se pueden detectar en la leche, por lo que aún se sigue investigando los efectos sobre la salud a corto y largo plazo de la exposición infantil a estos (28).

Existen pocos reportes en la literatura de sustancias químicas detectadas en leche humana donada ya que los bancos normalmente no realizan estos análisis (29), sino que aplican cuestionarios antes de reclutar a las mujeres donantes y excluyen a aquellas que indican el uso de las sustancias químicas de interés.

**Tabla 1:** Peligros microbiológicos vinculados a leche materna.

| Referencia              | Grupo     | Agente patógeno   | Fuentes de contaminación y ejemplos de casos reportados  |
|-------------------------|-----------|---|--|
| (22, 72-75)             | Bacterias | <i>Brucella melitensis</i>  | El patógeno ha sido encontrado en mujeres con bultos y abscesos en los senos.<br>Se han reportado lactantes con brucelosis posiblemente asociada con la lactancia materna, pero en la mayoría de estos casos no se aisló el patógeno de la leche humana.<br>Hay registro de al menos un caso confirmado de brucelosis en un lactante donde el patógeno se aisló en la leche materna.   |
| (22, 24, 25, 33, 76-78) |           | <i>Staphylococcus aureus</i> , incluyendo cepas resistentes a la meticilina | <i>S. aureus</i> es la causa más común de mastitis en madres en periodo de lactancia.<br>El organismo puede ser transmitido al lactante por la madre, familia, cuidadores o personal sanitario a través del contacto directo.<br>Hay reportes de leche materna no pasteurizada contaminada con el patógeno proveniente de bancos de leche.<br>La bacteria es causa importante de brotes en unidades de cuidados intensivos neonatales. |
| (79)                    |           | <i>Escherichia coli</i> con beta-lactamasas de espectro extendido           | Patógeno detectado en leche materna extraída no pasteurizada, vinculada al donante y causante de al menos un brote en una unidad de cuidados intensivos neonatales.  |
| (36, 80)                |           | <i>Enterobacter cloacae</i>   | Reporte de al menos un caso clínico de sepsis y fallo respiratorio vinculado a <i>E. cloacae</i> en un lactante prematuro alimentado con leche materna extraída. La presencia del patógeno fue confirmada en la leche materna. Se sospecha de higiene inadecuada de los senos y extractor de leche, pero esto no fue confirmado.   |
| (80, 81)                |           | <i>Serratia marcescens</i>  | Al menos un caso confirmado donde se confirma el aislamiento del patógeno en una niña hospitalizada con problemas para ganar peso y síntomas de sepsis. El patógeno fue además aislado de la leche materna extraída de la madre. Se sospecha de higiene inadecuada de los senos y extractor de leche, pero esto no fue confirmado.   |
| (34, 82)                |           | <i>Escherichia coli</i>   | Detectada en leche materna almacenada y vinculada a casos de enfermedad en el lactante.  |
| (33, 39, 83)            |           | <i>Klebsiella pneumonia</i>   | Reporte de al menos un brote hospitalario en una unidad de cuidados intensivos neonatales por <i>E. coli</i> O125:K70. El patógeno se aisló en la leche materna y se confirma que la contaminación ocurrió posterior al tratamiento térmico de la leche y por un manejo inadecuado.  |

**Tabla 1:** Peligros microbiológicos vinculados a leche materna. (cont.)

| Referencia      | Grupo | Agente patógeno  | Fuentes de contaminación y ejemplos de casos reportados   |
|-----------------|-------|--|---|
| (42, 84-89)     |       | <i>Salmonella</i> KOTTBUS<br><i>Salmonella</i> TIPHYMURIUM<br><i>Salmonella</i> TIPHYMURIUM DT104<br><i>Salmonella</i> SENFTENBERG<br><i>Salmonella</i> PANAMA<br><i>Salmonella</i> AGONA<br><i>Salmonella</i> VIRCHOW | Al menos un brote mayor reportado en una unidad de cuidados intensivos neonatales. El patógeno se aisló de los pacientes y de leche materna de un único donador identificando la contaminación proveniente de la bomba del extractor de leche materna.<br>Al menos un brote reportado por <i>S. KOTTBUS</i> en una unidad neonatal de cuidados intensivos con múltiples pacientes afectados.<br><i>S. Typhimurium</i> se ha vinculado a al menos un brote en una unidad de cuidados intensivos neonatal. El patógeno se aisló de leche materna y niños afectados.<br>Se reporta un brote en una unidad de cuidados intensivos neonatal ligada a una muerte y producto de la contaminación de leche materna con <i>S. Typhimurium</i> resistente a múltiples antibióticos.<br>Se reporta al menos un caso de transmisión letal de <i>S. Senftenberg</i> por medio de la leche materna de la madre a su hijo.<br>El patógeno se ha vinculado a casos de gastroenteritis y meningitis. Se reportan donadores de leche asintomáticos o con problemas de mastitis. Algunos casos se asocian a una posible contaminación de la leche por un manejo inadecuado durante el manejo del fluido. |
| (34)            |       | <i>Mycobacterium tuberculosis</i>  | Detectada en leche materna pero no se ha detectado que el patógeno haya generado brotes tras la ingesta de la leche contaminada.  |
| (27, 90)        |       | <i>Bacillus cereus</i>   | Contaminación post extracción proveniente del ambiente. Representa la principal causa de desperdicio de leche materna pasteurizada donada en bancos de leche materna. Al menos un brote reportado con un <i>clúster</i> de dos pacientes de muy bajo peso en una unidad de cuidados intensivos neonatales donde se confirma el aislamiento del patógeno del paciente de leche materna extraída donada.  |
| (34, 91, 92)    |       | <i>Listeria monocytogenes</i>  | Detectada en leche materna almacenada y vinculada a casos de enfermedad en el lactante.   |
| (33, 34, 93-95) |       | <i>Streptococcus</i> del grupo B<br><i>Streptococo agalactiae</i>  | Organismos detectados en leche materna almacenada y vinculada a casos de enfermedad confirmada en el lactante. Patógenos vinculados a casos de sepsis y meningitis en neonatos hospitalizados.  |
| (96)            |       | <i>Cronobacter sakazakii</i>   | Organismo aislado de leche materna extraída, contaminada por factores extrínsecos.  |
| (97-100)        |       | <i>Coxiella burnetii</i>   | Se reportan varios casos de aislamiento del patógeno en leche materna con implicaciones poco claras para los niños alimentados con el fluido contaminado.   |

**Tabla 1:** Peligros microbiológicos vinculados a leche materna. (cont.)

| Referencia     | Grupo | Agente patógeno  | Fuentes de contaminación y ejemplos de casos reportados   |
|----------------|-------|--|---|
| (101)          |       | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>                                  | Se reporta al menos un caso ligado a <i>Pseudomonas aeruginosa</i> productora de metalo-β-lactamasa resistente al imipenem, en una unidad de cuidados intensivos neonatales con 210 neonatos afectados y se encontró una correlación positiva con la alimentación con leche materna y la presencia del microorganismo. La investigación sugiere prevenir la contaminación de leche materna extraída para evitar que actúe como vehículo del patógeno. |
| (102, 103)     | Virus | Virus de la hepatitis A  | Hay evidencia de transmisión vertical del virus de la madre al lactante antes o durante el parto. ARN del virus se ha aislado en leche materna pero no en todos esos reportes se identifica infección clínica de los lactantes y por tanto no se contraindica la lactancia de madres contagiadas con el virus.  |
| (104, 22)      |       | Virus de la hepatitis B  | El ARN del virus se ha aislado de leche materna y en lesiones en los senos de madres en lactancia, pero la transmisión del virus por esta ruta no ha sido bien documentada.   |
| (39)           |       | Virus de la hepatitis C  | Se ha detectado ARN en la mama, leche y calostro, pero con un recuento viral extremadamente bajo que probablemente se inactiva en el tracto digestivo del niño. La posibilidad de la transmisión por leche materna es muy baja.   |
| (22)           |       | Virus de la hepatitis E  | El virus se ha detectado en muestras de leche materna pero no hay reportes confirmados de transmisión vía leche materna.  |
| (22, 105, 106) |       | Citomegalovirus (CMV)  | El virus puede ser excretado vía leche materna siendo menos comúnmente detectado en calostro que en leche madura y se ha detectado tanto en la fracción libre de células de la leche materna como intracelularmente. La transmisión del virus vía leche materna ha sido confirmada.   |
| (22, 107)      |       | Virus del Nilo Occidental                                      | Hay evidencia de la presencia del virus en leche materna humana y de su transmisión a través de leche materna; sin embargo, esta transmisión es inusual.  |
| (22, 35)       |       | Virus linfotrópico humano de células T tipo I y II (HTLV-I/II) | La transmisión del virus vía leche materna ha sido confirmada y su transmisión aparentemente se relaciona al volumen y duración de la lactancia.  |
| (22, 108)      |       | Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) tipo I              | La evidencia de transmisión del virus vía leche materna es irrefutable; principalmente en áreas endémicas, como África subsahariana.  |
| (22)           |       | Virus del Herpes simple  | Virus vinculado a la presencia de lesiones en los senos de madres en lactancia positivas para el virus. La lactancia en ausencia de lesiones de los senos y con el tratamiento para la madre no está contraindicada.  |
| (22, 34)       |       | Virus del Herpes Humano 7 (HHV-7)                              | ADN del virus ha sido aislado con poca frecuencia en muestras de leche materna y por tanto se considera que es poco probable que la leche materna sea fuente de transmisión del virus.  |

**Tabla 1:** Peligros microbiológicos vinculados a leche materna. (cont.)

| Referencia | Grupo     | Agente patógeno              | Fuentes de contaminación y ejemplos de casos reportados  |
|------------|-----------|------------------------------|--|
| (22, 109)  |           | Virus de la Varicela Zoster  | ADN del virus ha sido identificado en muestras de leche materna. Al menos un caso de transmisión vía leche materna ha sido reportado. Sin embargo, la transmisión se pudo dar vía gotas respiratorias o exposición a erupción antes de que la madre comenzara la terapia antiviral tradicional.                                    |
| (110)      |           | Virus Coxsackie B3           | El virus ha sido identificado en muestras de leche materna. Sin embargo, no se tiene certeza de si la leche materna es parte de la ruta de transmisión del virus a los neonatos infectados reportados.   |
| (111, 112) |           | Virus de Epstein–Barr (VEB)  | El virus se ha detectado con frecuencia en leche materna de mujeres con infección crónica por VEB y la leche materna se considera fuente potencial de transmisión del virus a lactantes  |
| (22)       | Parásitos | <i>Toxoplasma gondii</i>     | Solo se identificó un reporte de la presencia del parásito en leche materna y la literatura reporta dudas sobre la fiabilidad de ese informe. No se ha demostrado la transmisión durante la lactancia en seres humanos. La leche materna puede contener anticuerpos adecuados contra <i>T. gondii</i> .                            |
| (113)      |           | <i>Trypanosoma cruzi</i>     | El parásito ha sido identificado en calostro y leche materna. La contaminación de la leche por contacto con sangre de pezones agrietados ha sido reportada. Los estudios sobre la transmisión del virus vía leche materna son limitados y los existentes sugieren una baja probabilidad de transmisión del parásito por el fluido. |
| (38)       |           | <i>Ancylostoma duodenale</i> | Reporte de transmisión de la madre al niño por medio de calostro.  |

Se ha reportado que estos cuestionarios han resultado efectivos en la detección de drogas ilícitas, aunque con cierta limitación para la detección de tabaco pasivo indirecto o de segunda mano y consumo de bebidas cafeinadas (30), lo cual explicaría la práctica de los bancos para filtrar con estos cuestionarios el ingreso de leche donada con los contaminantes químicos que les preocupan.

Dentro de los peligros químicos también se encuentran las micotoxinas y los alérgenos, capaces de migrar a la leche humana y causar daño al lactante. Ambos tipos de peligros se relacionan con el consumo de ciertos alimentos. Mientras que los peligros químicos derivados del contacto directo de la leche humana con el contaminante están asociados principalmente con las prácticas de limpieza y desinfección de los utensilios, así como el material de los contenedores utilizados para almacenar el fluido posterior a su extracción (Tabla 2).

#### *Peligros físicos.*

Para este tipo de peligro no se encontró evidencia reportada de casos clínicos. El peligro físico, principalmente se considera en guías para bancos de leche humana (14, 31, 32), sugiriendo la posibilidad de su presencia por contaminación proveniente del ambiente durante la extracción o por quebradura de algún contenedor. Por ejemplo, reportes de bancos de leche en Australia (20) y la Asociación de Bancos de Leche Humana de Europa (10) no evidencian la existencia de peligros físicos identificados.

Por su parte, la FDA menciona que el riesgo asociado con rotura de envases, cuando son de vidrio o plástico duro y dirigido a poblaciones susceptibles, debe ser contemplado y se deben establecer medidas de control en el plan HACCP si se considera un peligro significativo (21).

**Tabla 2:** Peligros microbiológicos vinculados a leche materna.

| Referencia              | Grupo                          | Sustancia química  | Ejemplos   |
|-------------------------|--------------------------------|--|--|
| (28, 29, 44-46)         |                                | Medicamentos y drogas                                      | Alcohol<br>Nicotina<br>Cannabinoides<br>Oxicodona<br>Anfetaminas<br>Cocaína  |
| (30, 44-46, 48, 49, 52) |                                | Cafeína e infusiones herbales                              | Bebidas cafeinadas<br>Té de hinojo (estragol)<br>Anís de estrella  |
| (54-56)                 |                                | Alérgenos  | Leche de vaca<br>Maní<br>Huevo   |
| (45)                    | Exposición de la mujer donante | Suplementos nutricionales                                  | L-triptófano   |
| (44, 65, 69, 114, 115)  |                                | Contaminantes ambientales                                  | Mercurio<br>Plomo<br>Arsénico<br>Dioxinas<br>Bifenilos policlorados (PCB)<br>Plaguicidas organoclorados como el DDT (diclorodifenil-tricloroetano)<br>Furanos<br>Éteres de difenilo polibromados |
| (63, 116 -119)          |                                | Micotoxinas  | Aflatoxina (AFM1)<br>Ocratoxina A(OTA)<br>Zearalenona (ZEN)<br>Deoxinivalenol (DON)  |
| (67, 120)               |                                | Desinfectantes y detergentes                               | Hipoclorito de sodio   |
| (66, 68)                | Contacto Directo               | Componente químico de los contenedores para almacenamiento | Bisfenol A   |

### Discusión

Los organismos infecciosos pueden llegar a la leche humana extraída por secreción en el fluido, por componentes celulares o por contaminación externa del alimento durante la extracción y en etapas posteriores, producto de un manejo inadecuado (22, 33). La leche extraída directamente de la mujer contiene, con frecuencia, microorganismos comensales cutáneos, como por ejemplo

estafilococos coagulasa negativos o estreptococos del grupo A, los cuales no representan ningún problema para el lactante (34). La mayoría de peligros microbiológicos identificados en leche materna raramente causan afecciones en la salud de los niños que la reciben, dada la presencia natural de anticuerpos específicos y factores antimicrobianos en el fluido (35). Es por esta razón que, pese a la posibilidad de transmisión de algunas enfermedades vía leche materna, en la gran mayoría de los casos la presencia de una enfermedad infecciosa en la madre

no contraindica la lactancia. Sin embargo, hay algunos agentes patógenos específicos que requieren una consideración especial (34). La presencia de bacterias en leche materna no es inusual, pero incluso cuando se han detectado esporádicamente organismos Gram negativos patógenos en el fluido, el riesgo asociado de infección es bajo, excepto para el caso de neonatos prematuros (36). Por tanto, la selección de donadoras para bancos de leche humana en hospitales es de particular relevancia como mecanismo de prevención de enfermedades transmitidas por leche materna contaminada. Los principales peligros que pueden transmitirse de forma vertical a través de la leche materna corresponden a patógenos virales, específicamente virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y virus linfotrópico de células T humanas-1 (HTLV-1) (37).

Con la excepción de los parásitos que se mencionan en el Tabla 1, la transmisión de parásitos vía leche materna es poco frecuente, dado que su tamaño les impide cruzar la barrera de células endoteliales y células separadas por una matriz extracelular, para ingresar a la glándula mamaria (38).

Además de la transmisión vertical, de la madre a su hijo o de la donante al lactante, de agentes patógenos en leche humana, se deben considerar otras posibles fuentes de contaminación microbiana durante las etapas de extracción, manejo, transporte y almacenamiento del fluido (33). Este tema es de particular relevancia dada la necesidad de extracción de leche materna ya sea para la alimentación de hijos propios lactantes o donación de leche materna a bancos de leche humana destinada a pacientes que no puede ser alimentados directamente por su madre (39).

En la literatura se han reportado brotes de infección bacteriana debido a la contaminación de leche materna almacenada con bacterias patógenas tales como *S. aureus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Escherichia coli* y otros organismos Gram negativos. Estos eventos se asocian con un manejo o almacenamiento incorrecto de la leche en, por ejemplo, las unidades de cuidados intensivos neonatales (40-42). Los puntos de entrada para la contaminación bacteriana de la leche extraída incluyen prácticas antihigiénicas de extracción tales como manos o extractor de leche mal lavados, así como el almacenamiento inadecuado de la leche, incluyendo temperatura o tiempos de almacenamiento incorrectos. Asimismo, para el caso de leche donada a bancos de leche

humana, la presencia de patógenos se ha vinculado a procesos de pasteurización no conforme, esterilizado incorrecto de equipo de alimentación (sonda parenteral, sonda enteral, biberón o taza, entre otros) o bien por contaminación durante la fortificación de leche donada (35).

Con respecto a los peligros químicos, los medicamentos y las drogas lícitas e ilícitas, constituyen sustancias que representan un peligro en la leche materna. La Academia Americana de Pediatría (AAP por sus siglas en inglés), mantiene un listado de sustancias transferidas a la leche materna y sus posibles efectos en el lactante cuando se conocen (43). El alcohol y la nicotina no deben estar presentes en la leche humana donada (29, 44), tampoco drogas como cannabis, cocaína, anfetaminas, debido a que pueden afectar la condición médica de los neonatos ya que son contraindicados durante la lactancia por los efectos secundarios que producen (29, 45). Asimismo, la nicotina pasa rápidamente a la leche materna (46).

Drogas o fármacos que se han identificado con las que se da mayor abuso por parte de las mujeres en edad reproductiva y que por tanto son de preocupación por una potencial exposición del neonato a través de la leche materna incluyen: anfetaminas, barbitúricos, benzodiazepinas, cannabinoides, cocaína, meperidina, metadona, opiáceos, oxicodona, fenciclidina, propoxifeno, tramadol y buprenorfina (28). Los efectos adversos en el lactante por el abuso de alcohol, anfetaminas, benzodiazepinas, cocaína, heroína, LSD, metanfetamina, metilendioximetanfetamina, cannabis y fenciclidina también han sido reportados (45).

Usualmente los bancos de leche humana no realizan análisis de drogas a la leche donada, debido a la cantidad limitada del fluido, la amplia variedad de drogas que se requeriría evaluar y recursos asociados. El reporte de un banco que realizó el monitoreo indicó presencia de cotinina (un metabolito de la nicotina) en 0,3% de las muestras y oxicodona/oximofrina en 0,02% de las muestras (46). Se han encontrado

cantidades altas de oxicodona en la leche materna y concentraciones terapéuticas en el plasma del lactante, por lo que agentes narcóticos como este no se recomiendan para la mujer en lactancia (45).

Es de preocupación el exceso en la ingesta de sustancias nocivas asociadas con el consumo de infusiones herbales. Por ejemplo, la infusión de hinojo (*Foeniculum vulgare*) tiene cantidades importantes de estragol (44), el cual se ha demostrado que es genotóxico y carcinogénico (47). El anís de estrella o anís estrellado (*Illicium verum Hooker filius*) es un producto también peligroso para los niños (48), pues se han identificado casos de niños, que, tras la ingesta de infusiones de anís de estrella, presentaron reacciones neurológicas adversas (49). Si se mezcla con el anís de estrella japonés (*Illicium anisatum Siebold*) aumenta su toxicidad (48). El anetol es un componente neurotóxico (50) abundante en el anís estrellado (48) y que puede ser secretado en la leche materna (51). Se reportan dos casos de lactantes intoxicados con síntomas de letargia al beber sus madres grandes cantidades (un promedio de 2 litros diarios) de una infusión con mezclas de hierbas que contenían hinojo y anís, atribuyéndose la intoxicación al efecto del anetol (52). Sin embargo, aún sigue siendo limitada la información sobre la seguridad de la ingesta de productos herbales durante la lactancia (53).

Excesos en el consumo de cafeína también deben ser considerados. En cuanto a los efectos en el lactante, como consecuencia a la exposición a la cafeína a través de la leche materna, se reporta irritabilidad, patrones pobres de sueño y una excreción lenta de la sustancia (43). Se ha reportado exclusión de mujeres donantes en los bancos de leche, por medio de cuestionarios, si tienen un consumo de cafeína superior a 400 mg diarios dada la fragilidad de los neonatos prematuros (46). No obstante, no hay claridad si los cuestionarios utilizados por algunos bancos de leche humana permiten detectar adecuadamente el consumo de cafeína. Un estudio encontró que 63% de las donantes tenían cafeína en su leche a pesar de haber

reportado que no habían ingerido bebidas cafeinadas (30).

El efecto de la ingesta de suplementos dietéticos debe ser considerado como un peligro químico potencial. La suplementación con hierro y vitaminas de las mujeres que amamantan en general es segura, mientras que no se superen las cantidades diarias recomendadas (45). Sin embargo, la información disponible es escasa y no permite determinar si el consumo de otros suplementos dietéticos puede comprometer la inocuidad de la leche humana (45, 46). Por ejemplo, el L-triptófano se ha asociado con miositis eosinofílica (45), por lo que resulta de importancia la identificación de los tipos de suplementos dietéticos utilizados por las mujeres donantes.

Un alérgeno puede describirse como una sustancia, proteica o no proteica, capaz de inducir una alergia o hipersensibilidad específica (54). Los alérgenos presentes en la leche materna a través de la dieta de la madre pueden resultar de interés. Informes de casos clínicos indican síntomas atópicos en los lactantes por proteínas de la dieta transferidas a la leche materna (55). Se ha detectado la presencia de alérgenos en la leche humana, como maní, huevo y leche de vaca (54, 56), no obstante, excluir alérgenos de la dieta de la madre no se considera una medida preventiva efectiva ante la manifestación de reacciones alérgicas en los infantes (54). Existen diferentes hipótesis sobre el efecto de la presencia de alérgenos en la leche humana. En algunos estudios y revisiones se menciona que la exposición inicial con dosis bajas de alérgenos a través de la leche materna podría promover la tolerancia a los alérgenos en lugar de desarrollar manifestaciones alérgicas, por lo que se recomienda la exclusión de alérgenos de la dieta de la madre sólo en aquellos casos en que se ha demostrado una alergia alimentaria en el infante (54-56).

Las micotoxinas son metabolitos secundarios carcinogénicos de los hongos, las cuales pueden estar presentes en leche humana debido a la dieta de la madre y es la forma de exposición única a estos compuestos durante los primeros 6 meses de vida. Las micotoxinas encontradas en leche humana (Tabla II) se relacionan además con retrasos en el crecimiento de niños (57-62).

Las investigaciones sobre la presencia de micotoxinas en leche humana y sus efectos en la salud indican que es un peligro a considerar. Se han encontrado ingestas

estimadas que superan los límites máximos tolerables de ingesta diaria (PMTDI por sus siglas en inglés) para Aflatoxina M1 en infantes debido al consumo de leche materna, siendo la dieta de la madre la principal causa, al encontrar una relación significativa con el consumo de pan (63). La preocupación en este caso, por lo tanto, sobrepasa el trabajo en BLH y se extiende a la industria alimentaria y su control en productos alimenticios (como un correcto etiquetado, implementación de planes de control de alérgenos que incluyan capacitación para prevenir el contacto cruzado).

Si bien se ha evidenciado que la exposición a aflatoxinas en Europa es despreciable, estudios demuestran que en África u Oriente Medio puede alcanzar niveles críticos (64), por lo que se debe valorar el riesgo en el contexto específico de cada BLH y su población.

Los contaminantes ambientales como mercurio, dioxinas y bifenilos policlorados (BPCs) también son considerados peligros químicos de preocupación en leche materna pues son ingeridos en los alimentos y almacenados en el tejido graso y pueden ser secretados en la leche materna. No obstante, se requieren más estudios sobre su presencia en la leche humana donada y su posible efecto en la salud de los neonatos (44). Los contaminantes ambientales que más se han estudiado en leche humana pertenecen a un grupo denominado sustancias químicas persistentes, bioacumulativas y tóxicas (PBT por sus siglas en inglés). Los PBT incluyen varios plaguicidas organoclorados, bifenilos policlorados, dioxinas y furanos, y éteres de difenilo polibromados. Se han detectado estos químicos en la leche humana de poblaciones de todo el mundo, lo cual se asocia con la tendencia lipofílica y persistente de estas sustancias y el alto contenido de lípidos en la leche humana. Las poblaciones donde se asocian niveles más altos de las PBT en leche humana, son aquellas con consumo abundante de pescado y mamíferos marinos obtenidos localmente de aguas contaminadas (65).

Por su parte, los peligros químicos derivados por contacto directo de la leche materna están asociados con prácticas no adecuadas de limpieza, desinfección y almacenamiento del fluido. No es recomendable, por ejemplo, desinfectar los utensilios para la extracción y almacenamiento de la leche materna con sustancias químicas, por el riesgo de exposición del infante a residuos de estas sustancias (66). Además, los neonatos prematuros podrían tener efectos adversos en el desarrollo de su microbiota y en la piel, si son expuestos a residuales de desinfectantes o detergentes provenientes de los utensilios utilizados para su alimentación, sobre todo si tienen una exposición prolongada (67).

Para el almacenamiento de la leche humana, existe poca evidencia sobre la seguridad química y el efecto en la salud de los infantes por el uso de contenedores plásticos grado no alimentario (66). Los recipientes para muestra biológicas, por ejemplo, no se recomiendan para el almacenamiento de leche humana ya que no fueron diseñados para este fin y por tanto el fabricante no tiene responsabilidad legal para asegurar que su uso es químicamente seguro para los infantes (68). En el protocolo N°8 de la Academia de Medicina de Lactancia Materna (ABM por sus siglas en inglés), se recomienda evitar el uso de recipientes fabricados con bisfenol A, debido a la evidencia existente de sus efectos adversos como disruptor endocrino (66). Además, se ha detectado su presencia en la leche humana (69). Se recomienda cautela con los recipientes de bisfenol S, por potenciales efectos tóxicos, que aún no están claramente definidos en la literatura (66).

Se desconoce el daño esperado para un neonato que recibe una unidad de Leche Humana de Donante Pasteurizada (LHDP) en BLH en los que se mezcla la leche humana proveniente de diferentes donantes y lotes (46), ya que dependerá de la sustancia, la concentración de la sustancia, el peso y la salud del infante receptor. En general, es probable que el riesgo para un neonato que recibe LHDP sea menor que para uno que recibe leche materna contaminada con la misma sustancia tóxica, ya que es probable que la LHDP que reciba el neonato con el tiempo provenga de múltiples lotes (y de diferentes donantes) reduciendo así la exposición total a la sustancia. También se esperaría que la exposición a las sustancias tóxicas se redujera mediante la mezcla de varias unidades de LHDP. No obstante, es importante considerar los riesgos y no subestimarlos ante la posibilidad de dilución de la sustancia por la mezcla de lotes.

Para peligros físicos particularmente, no se logró identificar ningún caso clínico de un paciente afectado en BLH. Sin embargo, tomando como base la definición de peligro y lo que plantea el FDA para cuerpos extraños en alimentos, un tamaño menor a 7 mm puede causar daño en infantes, al ser un tamaño no detectable al ojo humano que al ser consumido puede atorarse o causar daño a órganos (70).

En un entorno hospitalario donde algunos neonatos son intubados, se podría tomar como referencia el diámetro del tubo para establecer las dimensiones de los objetos foráneos que se consideren peligros físicos, el cual va de 2,5 mm (en neonatos de menos de 1000 g, <28 semanas de edad gestacional) a 4,0 mm (en neonatos de más de 3000 g, >38 semanas de edad gestacional) (71).

Las guías que hacen referencia a peligros en leche humana, plantean la importancia de capacitar a las madres para revisar previamente los contenedores que se utilizarán y evitar usar los que se encuentren astillados o rotos, sin embargo, el riesgo en estas guías es considerado bajo o medio y se gestiona por medio de las BPM (14, 31).

La presencia de material extraño en BLH, donde se dirige la leche humana a poblaciones susceptibles, debe ser contemplada y se deben establecer medidas de control en el plan HACCP si se considera significativa (21). Se hace referencia especialmente a material duro o afilado, que pueda provocar lesiones o suponer riesgo de asfixia, como plástico, vidrio y fragmentos de metal (14, 19, 21, 31), cabe destacar que el cabello humano, las pelusas, el cabello de animales e insectos no se clasifican como peligro físico, al no ser compatible con la definición (19) y objetos extraños como piedras o joyería no se consideran peligrosos al controlarse mediante las BPM. Como se observa en la Figura 1, para este tipo de peligros la consideración directa debe estar relacionada con el tipo de envase que se usa en el BLH y el tipo de manipulación que se le da al fluido, así como las operaciones en las que puede dañarse el envase.

### Conclusiones

Se encuentra evidencia sobre la presencia de peligros microbiológicos y químicos en leche humana, pudiéndose dar transmisión vertical en ambos casos. La contaminación con peligros físicos se

daría posterior a la extracción de la leche materna y se relaciona con el tipo de envase que se utiliza. Es necesario prestar atención a la alimentación de la madre, al uso de medicamentos, drogas, suplementos y al consumo de hierbas, especias y algunos alimentos al existir evidencia de su paso a la leche materna y efectos tóxicos potenciales en lactantes. Se requiere más investigación en temas relacionados con micotoxinas en leche materna en distintos países del mundo.

### Agradecimientos

Este estudio fue realizado gracias al financiamiento de la Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica, mediante el proyecto número ED-3560 titulado "Evaluación de las condiciones de extracción y manejo de leche materna en Costa Rica para uso propio de la madre y su lactante y para donación a Bancos de Leche y planteamiento de estrategias tecnológicas para el aseguramiento de su calidad e inocuidad".

### Conflicto de interés

Ninguno de los autores tiene conflictos de interés.

### Referencias

1. Escuder-Vieco D, Espinosa-Martos I, Rodríguez JM, Fernández L, Pallás-Alonso CR. Effect of HTST and Holder Pasteurization on the concentration of immunoglobulins, growth factors and hormones in donor human milk. *Front Immunol.* 2018; 9: 2222. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02222>
2. Mantziari A, Rautava D. Factors influencing the microbial composition of human milk. *Semin Perinatol.* 2021;45(8): 151507. <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2021.151507>
3. Perella S, Gridneva Z, Lai CT, Stinson L, George A, Bilston-John S, Geddes D. Human milk composition promotes optimal infant growth, development and health. *Semin Perinatol.* 2021;45(2). <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2020.151380>

4. Czosnykowska-Łukacka M, Lis-Kuberka J, Królak-Olejnik B, Orczyk-Pawilowicz M. Changes in human milk immunoglobulin profile during prolonged lactation. *Front Pediatr.* 2020;8(428): 10.3389/fped.2020.00428
5. Vas R, Kemey A, Dergez T, Ertl T, Reglodi D, Jungling A, Tamas A. Distribution of bioactive factors in human milk samples. *Int Breastfeed J.* 2019; 14:9 <https://doi.org/10.1186/s13006-019-0203-3>
6. Pandolfi E, Gesualdo F, Rizzo C, et al. Breastfeeding and respiratory infections in the first 6 months of life: A case control study. *Front Pediatr.* 2019;7: 152. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00152>
7. Parker MG, Stellwagen LM, Noble L, et al. Promoting human milk and breastfeeding for the very low birth weight infant. *Pediatrics.* 2021;148(5): e2021054272. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-054272>
8. Sparks H, Linley L, Beaumont JL, Robinson DT. Donor milk intake and infant growth in a South African neonatal unit: a cohort study. *Int Breastfeed J.* 2018; 13:41. <https://doi.org/10.1186/s13006-018-0183-8>
9. Calvo J, García Lara NR, Gormaz M, et al. Recommendations for the creation and operation of maternal milk Banks in Spain. *An Pediatr (Engl Ed).* 2018;89(1):65. e1-65.e6. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2018.01.007>
10. Moro GE, Billeaud C, Rachel B, et al. Processing of Donor Human Milk: Update and recommendations from the European Milk Bank Association (EMBA). *Front Pediatr.* 2019; 7:49. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00049>
11. Weaver G, Bertino E, Gebauer C, et al. Recommendations for the establishment and operation of Human milk Banks in Europe: consensus statement from the European Milk Bank Association (EMBA). *Front Pediatr.* 2019; 7:53. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00053>
12. González de Armas A, Ochoa Marín SC, Semenic S. Identifying priorities for practice improvement related to breastfeeding support in a neonatal intensive care unit (NICU) in Medellín, Colombia. *J Neonatal Nurs.* 2021;27(2):94-99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnn.2020.07.001>
13. Vishnu Bhat B, Adhisivam B. Human milk banking and challenges in quality control. *Indian J Pediatr.* 2018;85(4):255-256. <https://doi.org/10.1007/s12098-018-2635-y>
14. Human Milk Banking Association of North America (HMBANA). Best practices for expressing, storing and handling human milk in hospitals, homes and child care settings. 4th ed. Texas: Frances Jones; 2019.
15. Fogliano RRF, Bohomol E, Cabral Schweitzer M, Pereira Coca K, Freitas de Vilhena Abrão AC. Quality management in human milk banks: a scope review. *Rev Bras Enferm.* 2020;73(Suppl 6): e20190640 <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0640>
16. Kontopodi E, Arslanoglu S, Bernatowicz-Lojko U, et al. Donor milk banking: Improving the future. A survey on the operation of the European donor human milk banks. *PLoS One.* 2021;16(8): e0256435. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256435>
17. Mansen K, Nguyen TT, Nguyen NQ, et al. Strengthening newborn nutrition through establishment of the first human milk bank in Vietnam. *J Hum Lact.* 2021;37(1):76-86. <https://doi.org/10.1177/08903344209484>
18. Jandová M, Měříčka P, Fišerová M, et al. *Bacillus cereus* as a Major Cause of Discarded Pasteurized Human Banked Milk: A Single Human Milk Bank Experience. *Foods.* 2021;10(12): 2955. <https://doi.org/10.3390/foods10122955>
19. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS). Principios generales de higiene de los alimentos CXC 1-1969. Roma: Comisión del Codex Alimentarius; 1969. Disponible en [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC\\_001s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf)
20. Hartmann BT, Pang WW, Keil AD, Hartmann PE, Simmer K. Best practice guidelines for the operation of a donor human milk bank in an Australian NICU. *Early Hum Dev.* 2007;83(10):667-673. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2007.07.012>
21. Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA). Juice HACCP. Juice HACCP. FDA; 2004. <https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/juice-haccp>
22. Lawrence RM. Transmission of infectious diseases through breast milk and breastfeeding. In: Lawrence RA, Lawrence RM, editors. *Breastfeeding a Guide for the Medical Profession.* 9th ed. Amsterdam: Elsevier; 2022. 406-473.
23. Cormontagne D, Rigourd V, Vidic J, Rizzotto F, Bille E, Ramarao N. *Bacillus cereus* induces severe infections in preterm neonates: implication at the hospital and human milk bank level. *Toxins (Basel)* 2021;13(2):123 <https://doi.org/10.3390/toxins13020123>
24. de Almeida JB, de Carvalho SP, da Silva LSC, et al. Molecular characterization of methicillin-resistant and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* isolates from human milk samples in Brazil. *Braz J Microbiol.* 2020; 51:1813-1817. <https://doi.org/10.1007/s42770-020-00367-1>
25. Novak F, Da Silva A, Hagler A, Figueiredo A. Contamination of expressed human breast milk with an epidemic multiresistant *Staphylococcus aureus* clone. *J Med Microbiol.* 2000;49(12):1109-1117. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-49-12-1109>
26. Lewin A, Delage G, Bernier F, Germain M. Banked Human Milk and Quantitative Risk Assessment of *Bacillus cereus* Infection in Premature Infants: A Simulation Study. *Can J Infect Dis Med Microbiol.* 2019; 2019:6348281. <https://doi.org/10.1155/2019/6348281>

27. Mallardi D, Piemontese P, Liotto N, et al. New Operating Approach to Limit *Bacillus Cereus* Contamination of Donor Human Milk. *J Hum Lact.* 2021;38(1):102-107. <https://doi.org/10.1177%2F08903344211002563>
28. Keim SA, McNamara K, Kwiek JJ, Geraghty SR. Drugs of Abuse in Human Milk Purchased via the Internet. *Breastfeed Med.* 2015;10(9):416-418. <https://doi.org/10.1089/bfm.2015.0098>
29. Bastons-Compta A, Garcia-Algar O. Screening of Drugs of Abuse in Human Milk Banks. *J Pregnancy Child Health.* 2016;3(2):e130. <https://doi.org/10.4172/2376-127x.1000e130>
30. Escuder-Vieco D, Garcia-Algar Ó, Pichini S, Pacifici R, García-Lara NR, Pallás-Alonso CR. Validation of a screening questionnaire for a human milk bank to determine the presence of illegal drugs, nicotine, and caffeine. *J Pediatr.* 2014;164(4):811-814. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.11.043>
31. PATH. Strengthening Human Milk Banking: A Workshop for Developing a Hazard Analysis and Critical Control Points Plan for Your Human Milk Bank – Trainer’s Guide. Washington: PATH; 2016. Disponible en: <https://www.path.org/programs/maternal-newborn-child-health-and-nutrition/strengthening-human-milk-banking-resource-toolkit-2a/>
32. BFI Strategy for Ontario. Breastfeeding protocol: expressing, collecting and storing of human milk. Ontario: Tytler K; 2019. Disponible en: [https://breastfeedingresourcesontario.ca/sites/default/files/pdf/Res\\_BFI\\_ExpressingStoring\\_FNL2.pdf](https://breastfeedingresourcesontario.ca/sites/default/files/pdf/Res_BFI_ExpressingStoring_FNL2.pdf)
33. Gad S, Sheta M, Al-khalafawi A, Abu El-Fadl H, et al. Expressed Breast Milk Contamination in Neonatal Intensive Care Unit. *Pediatric Health Med Ther.* 2021; 12:307-313. <https://doi.org/10.2147/PHMT.S311632>
34. Jones CA. Maternal transmission of infectious pathogens in breast milk. *J Paediatr Child Health.* 2001;37(6):576-582. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1754.2001.00743.x>
35. Blackshaw K, Valtchev P, Koolaji N, et al. The risk of infectious pathogens in breast-feeding, donated human milk and breast milk substitutes. *Public Health Nutr.* 2021;24(7):1725-1740. <https://doi.org/10.1017/S1368980020000555>
36. Weems M, Dereddy N, Arnold S. Mother’s milk as a source of *Enterobacter cloacae* sepsis in a preterm infant. *Breastfeed Med.* 2015;10(10):503-504. <https://doi.org/10.1089/bfm>
37. Mena P. When breast milk is a way of pathogens. *Rev Chil Pediatr.* 2020;91(5):665-668. <https://dx.doi.org/10.32641/rchped.vi91i5.3079>
38. Kutty PK. Breastfeeding and risk of parasitic infection-a review. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2014;4(11):847-858. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.201414B355>
39. Civardi E, Garofoli F, Tziaila C, Paolillo P, Bollani L, Stronati M. Microorganisms in human milk: lights and shadows. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2013;26(2):30-34. <https://doi.org/10.3109/14767058.2013.829693>
40. Rassin DK, Garofolo RP, Ogra PL. Human milk. In: Remington JS, Klein JO, eds. *Infectious Diseases of the Fetus and Newborn.* Philadelphia: WB Saunders; 2001:169–203.
41. Botsford K, Weinstein RA, Boyer KM, Nathan C, Carman M, Paton JB. Gram-negative bacilli in human milk feedings: quantitation and clinical consequences for premature infants. *J Pediatr.* 1986;109(4):707-710. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(86\)80246-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(86)80246-3)
42. Ryder RW, Crosby-Ritchie A, McDonough B, Hall WJ. Human milk contaminated with *Salmonella* KOTTBUS. *JAMA.* 1977; 238(14): 1533-1534. <https://doi.org/10.1001/jama.1977.03280150103039>
43. American Academy of Pediatrics Committee on Drugs. Transfer of drugs and other chemicals into human milk. *Pediatrics.* 2001;108(3):776-789. <https://doi.org/10.1542/peds.108.3.776>
44. Arslanoglu S, Corpeleijn W, Moro G, et al. Donor human milk for preterm infants: current evidence and research directions. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 2013;57(4):535-542. <https://doi.org/10.1097/MPG.0b013e3182a3af0a>
45. Sachs HC. The transfer of drugs and therapeutics into human breast milk: an update on selected topics. *Pediatrics.* 2013;132(3):796-809. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-1985>
46. Clifford V, Sulpharo C, Lee J, Pink J, Hoad V. Development and evaluation of formal guidelines for donor selection for human milk banks. *J Paediatr Child Health.* 2020; 56(8):1242-1248. <https://doi.org/10.1111/jpc.14909>
47. Raffo A, Nicoli S, Leclercq C. Quantification of estragole in fennel herbal teas: Implications on the assessment of dietary exposure to estragole. *Food Chem Toxicol.* 2011;49(2):370-375. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.11.011>
48. Chaves K. Intoxicación por anís de estrella: guías y recomendaciones. *Acta Pediatr Costarric.* 2009;21(1):60-61. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/apc/v21n1/a10v21n1.pdf>
49. Ize-Ludlow D, Ragone S, Bruck IS, Bernstein JN, Duchowny M, Garcia BM. Neurotoxicities in infants seen with the consumption of star anise tea. *Pediatrics.* 2004;114(5):653–656. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-0058>
50. Casanova Cuenca M, Calzado Agrasot MA, Pegueroles CM, Cantó VE. Persisten las intoxicaciones por anís estrellado, ¿estamos dando la suficiente información? *Neurología (Engl Ed).* 2019;34(3):211-213. <https://10.1016/j.nrl.2017.05.006>
51. Hausner H, Bredie WLP, Mølgaard C, Petersen MA, Møller P. Differential transfer of dietary flavour compounds into human breast milk. *Physiol Behav.* 2008;95(1-2):118–124. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.05.007>
52. Rosti L, Nardini A, Bettinelli ME, Rosti D. Toxic

- effects of a herbal tea mixture in two newborns. *Acta Paediatr.* 1994;83(6):683. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1994.tb13115.x>
53. Budzynska K, Gardner ZE, Dugoua JJ, Low Dog T, Gardiner P. Systematic review of breastfeeding and herbs. *Breastfeed Med.* 2012;7(6):489-503. <https://doi.org/10.1089/bfm.2011.0122>
54. Jeurink PV, Knipping K, Wiens F, et al. Importance of maternal diet in the training of the infant's immune system during gestation and lactation. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019;59(8):1311-1319. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1405907>
55. Kilburn SA, Pollard C, Bevin S, Hourihane JOB, Warner JO, Dean T. Allergens in mother's milk: Tolerisation or sensitization. *Nutr Res Rev.* 1998;18(8):1351-1361. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(98\)00114-6](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(98)00114-6)
56. Martín-Muñoz MF, Pineda F, García Parrado G, et al. Food allergy in breastfeeding babies. Hidden allergens in human milk. *Eur Ann Allergy Clin Immunol.* 2016;48(4):123-128. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27425167/>
57. Deepa, N., Sreenivasa, MY. Fumonisin: A review on its global occurrence, epidemiology, toxicity and detection. *J Vet Med Res.* 2017;4(6). <https://doi.org/10.47739/2378-931X/1093>
58. Shirima CP, Kimanya ME, Kinabo JL et al. Dietary exposure to aflatoxin and fumonisin among Tanzanian children as determined using biomarkers of exposure. *Mol Nutr Food Res.* 2013;57(10):1875-1881. <https://doi.org/10.1002%2Fmfnr.201300116>
59. Smith MC, Madec S, Coton E, Hymery N. Natural co-occurrence of mycotoxins in foods and feeds and their *in vitro* combined toxicological effects. *Toxins (Basel).* 2016;8(4). <https://doi.org/10.3390%2Ftoxins8040094>
60. Sobrova P, Adam V, Vasatkova A, Beklova M, Zeman L, Kizek R. Deoxynivalenol and its toxicity. *Interdiscip toxicol.* 2010;3(3):94-99. <https://doi.org/10.2478/v10102-010-0019-x>
61. Wild CP, Gong YY. Mycotoxins and human disease: a large ignored global health issue. *Carcinogenesis.* 2010;31:71-82. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgp264>
62. Warth B, Braun D, Ezekiel CN, Turner PC, Degen GH, Marko D. Biomonitoring of mycotoxins in human breast milk: current state and future perspectives. *Chem Res Toxicol.* 2016;29(7):1087-1097. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.6b00125>
63. Mehta RV, Wennndt AJ, Webb Girard A, Taneja S, Ranjan S, Ramakrishnan U, Martorell R, Ryan PB, Rangiah K, Young MF. Risk of dietary and breastmilk exposure to mycotoxins among lactating women and infants 2-4 months in northern India. *Matern Child Nutr.* 2020;17(2). <https://doi.org/10.1111/mcn.13100>
64. Degen GH, Muñoz K, Hengstler JG. Occurrence of mycotoxins in breast milk. In: Zibadi S, Watson RR, Preedy VR, eds. *Handbook of dietary and nutritional aspects of human breast milk.* Wageningen Academic Publishers; 2013. 813-831. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-764-6>
65. LaKind JS, Wilkins, AA, Berlin CM. Environmental chemicals in human milk: A review of levels, infant exposures and health, and guidance for future research. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2004;198(2):184-208. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2003.08.021>
66. Eglash A, Simon L. ABM clinical protocol #8: Human milk storage information for home use for full-term Infants, Revised 2017. *Breastfeed Med.* 2017;12(7):390-395. <https://doi.org/10.1089/bfm.2017.29047.aje>
67. Gilks J, Price E, Hateley P, Gould D, Weaver G. Pros, cons and potential risks of on-site decontamination methods used on neonatal units for articles indirectly associated with infant feeding, including breast pump collection kits and neonatal dummies. *J Infect Prev.* 2011;13(1):16-23. <https://doi.org/10.1177/1757177411415448>
68. Blouin M, Coulombe M, Rhainds M. Specimen plastic containers used to store expressed breast milk in neonatal care units: A case of precautionary principle. *Can J Public Health.* 2014;105(3):218-220. <https://doi.org/10.17269/cjph.105.4369>
69. Mead MN. Contaminants in human milk: weighing the risks against the benefits of breastfeeding. *Environ Health Perspect.* 2008;116(10):426-434. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18941560>
70. FDA. CPG Sec. 555.425 Foods, Adulteration Involving hard or Sharp Foreign Objects. 2005. Available from: <https://www.fda.gov/media/71953/download>
71. Martínez EB, Maldonado JA, Grupo de RCP Neonatal de la Sociedad Española de Neonatología. Reanimación del recién nacido. *An Pediatr (Engl Ed).* 2006;65(5):470-477. [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(06\)70229-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(06)70229-6)
72. Nemenqani D, Yaqoob N, Khoja H. Breast brucellosis in Taif, Saudi Arabia: cluster of six cases with emphasis on FNA evaluation. *J Infect Dev Ctries.* 2009;3(4):255-259. <https://doi.org/10.3855/jidc.121>
73. Tikare NV, Mantur BG, Bidari LH. Brucellar meningitis in an infant-Evidence for human breast milk transmission. *J Trop Pediatr.* 2008;54(4):272-274. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmn017>
74. Guven GS, Cakir B, Oz G, et al. Could remembering the prozone phenomenon shorten our diagnostic journey in brucellosis? A case of Brucella spondylodiscitis. *Rheumatol Int.* 2006;26:933-935. <https://doi.org/10.1007/s00296-006-0118-3>
75. Palanduz A, Palanduz S, Guler K, Guler N. Brucellosis in a mother and her young infant: Probable transmission by breast milk. *Int J Infect Dis.* 2000;4(1):55-56. [https://doi.org/10.1016/s1201-9712\(00\)90068-7](https://doi.org/10.1016/s1201-9712(00)90068-7)
76. Nguyen DM, Bancroft E, Mascola L, Guevara R, Yasuda L. Risk factors for neonatal methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection in a well-infant nursery. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2007;28(4):406-411. <https://doi.org/10.1086/513122>

77. Parks YA, Noy MF, Auket MA, Webb CA. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in milk. Arch Dis Child. 1987;62:82-84. <https://doi.org/10.1136/adc.62.1.82>
78. Lemoine L. Possible transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* by expressed human breast milk. J Hosp Infect. 1987;9:93-94. [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(87\)90105-8](https://doi.org/10.1016/0195-6701(87)90105-8)
79. Nakamura K, Kaneko M, Abe Y, et al. Outbreak of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* transmitted through breast milk sharing in a neonatal intensive care unit. J Hosp Infect. 2016;92(1):42-46. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2015.05.002>
80. Youssef RF, Darcy E, Barone A, Borja MT, Leggiadro RJ. Expressed breast milk as a source of neonatal sepsis. Pediatr Infect Dis J. 2002;21(9):888-889. <https://doi.org/10.1097/00006454-200209000-00026>
81. Gransden WR, Webster M, French GL, Phillips I. An outbreak of *Serratia marcescens* transmitted by contaminated breast pumps in a special care baby unit. J Hosp Infect. 1986;7(2):194-154. [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(86\)90057-5](https://doi.org/10.1016/0195-6701(86)90057-5)
82. Stiver HG, Albritton WL, Clark J, Friesen P, White FM. Nosocomial Colonization and Infection Due to *E. coli* O125:K70 Epidemiologically Linked to Expressed Breast-Milk Feedings. Can J Public Health. 1977;68(6):479-482. PMID: 342078.
83. Donowitz LG, Marsik FJ, Fisher KA, Wenzel RP. Contaminated breast milk: A source of *Klebsiella bacteremia* in a newborn intensive care unit. Rev Infect Dis. 1981;3(4):716-720. <https://doi.org/10.1093/clinids/3.4.716>
84. Qutaishat SS, Stemper ME, Spencer SK, et al. Transmission of *Salmonella enterica* serotype typhimurium DT104 to infants through mother's breast milk. Pediatrics. 2003;111(6):1442-1446. <https://doi.org/10.1542/peds.111.6.1442>
85. Anil M, Helvacı M, Ozkalay N, et al. *Salmonella typhimurium* outbreak in a neonatal unit in Turkey. Indian J Pediatr. 2009;76(6):629-633. <https://doi.org/10.1007/s12098-009-0083-4>
86. Revathi G, Mahajan R, Faridi MM, Kumar A, Talwar V. Transmission of lethal *Salmonella senftenberg* from mother's breast-milk to her baby. Ann Trop Paediatr. 1995;15(2):159-61. <https://doi.org/10.1080/02724936.1995.11747765>
87. Cooke FJ, Ginwalla S, Hampton MD, Wain J, Ross-Russel R, Lever A, Farrington M. Report of neonatal meningitis due to *Salmonella enterica* serotype Agona and review if breast milk associated neonatal *Salmonella* infections. J Clin Microbiol. 2009;47(9):3045-0. [10.1128/JCM.01064-09](https://doi.org/10.1128/JCM.01064-09)
88. Chen TL, Thien PF, Liaw SC, Fung CP, Siu LK. First report of *Salmonella enterica* serotype Panama meningitis associated with consumption of contaminated breast milk by a neonate. J Clin Microbiol. 2005;43(10):5400-5402. [10.1128/JCM.43.10.5400-5402.2005](https://doi.org/10.1128/JCM.43.10.5400-5402.2005)
89. Gibb AP, Welsby PD. Infantile salmonella gastroenteritis in association with maternal mastitis. J Infect. 1983;6(2):193-194. [10.1016/s0163-4453\(83\)93004-9](https://doi.org/10.1016/s0163-4453(83)93004-9)
90. Decousser JW, Ramarao N, Claudine D, et al. *Bacillus cereus* and severe intestinal infections in preterm neonates: Putative role of pooled breast milk. Am J Infect Control. 2013;41(10):918-921. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.01.043>
91. Sarr M, Tidjani M, Delerce J, et al. A *Listeria monocytogenes* clone in human breast milk associated with severe acute malnutrition in West Africa: A multicentric case-controlled study. PLoS Negl Trop Dis. 2021;16(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009555>
92. Svabic-Vlahovic M, Pantic D, Pavicic M, Bryner JH. Transmission of *Listeria monocytogenes* from mother's milk to her baby and to puppies. Lancet. 1988;2(8621):1201. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(88\)90276-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(88)90276-0)
93. Olver WJ., Bond DW., Boswell TC., Watkin SL. Neonatal group B streptococcal disease associated with infected breast milk. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2000;83(1):F48-9. [10.1136/fn.83.1.f48](https://doi.org/10.1136/fn.83.1.f48)
94. Gagneur A, Héry-Arnaud G, Croly-Labourdette S, et al. Infected breast milk associated with late-onset and recurrent group B streptococcal infection in neonatal twins: a genetic analysis. Eur J Pediatr. 2009;168(9):1155-8. <https://doi.org/10.1007/s00431-008-0903-y>
95. Filleron A, Lombard F, Jacquot A, Jumas-Bilak E, Rodiere M, Cambonie G. Group B streptococci in milk and late neonatal infections: an analysis of cases in the literature. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2014;99(1):41-47. [http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2013-304362](https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-304362)
96. Bowen A, Wiesenfeld HC, Kloesz JL, et al. Notes from the Field: *Cronobacter sakazakii* Infection Associated with Feeding Extrinsically Contaminated Expressed Human Milk to a Premature Infant - Pennsylvania, 2016. MMWR Surveill Sum. 2017;66(28):761-762. Available from: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/66/wr/mm6628a5.htm>
97. Kumar A, Yadav MP, Kakkar S. Human milk as a source of Q-fever infection in breast-fed babies. Indian J Med Res. 1981;73:510-512. PMID: 7262921.
98. Mediannikov O, Fenollar F, Socolovschi C, et al. *Coxiella burnetii* in humans and ticks in rural Senegal. PLoS Negl Trop Dis. 2010;4(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000654>
99. Boden K, Brueckmann A, Wagner-Wiening C, et al. Maternofetal consequences of *Coxiella burnetii* infection in pregnancy: a case series of two outbreaks. BMC Infect Dis. 2012;12(359). <https://doi.org/10.1186/1471-2334-12-359>
100. Prasad BN CNWA. Isolation of *Coxiella burnetii* from human sources. Int J Zoonoses. 1986;13(2):112-7. PMID: 3793389.
101. Mammìna C, Di Carlo P, Cipolla D, et al.

- Nosocomial colonization due to imipenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* epidemiologically linked to breast milk feeding in a neonatal intensive care unit. *Acta Pharmacol Sin.* 2008;29(12):1486-1492. <https://doi.org/10.1111/j.1745-7254.2008.00892.x>
102. Watson JC, Fleming DW, Borella AJ, Olcott ES, Conrad RE, Baron RC. Vertical transmission of hepatitis A resulting in an outbreak in a neonatal intensive care unit. *J Infect Dis.* 1993;167(3):567-571. <https://doi.org/10.1093/infdis/167.3.567>
103. Daudi N, Shouval D, Stein-Zamir C, Ackerman Z. Breastmilk hepatitis A virus RNA in nursing mothers with acute hepatitis A virus infection. *Breastfeed Med.* 2012; 7:313-315. <https://doi.org/10.1089/bfm.2011.0084>
104. Chen X, Chen J, Wen J, et al. Breastfeeding is not a risk factor for mother-to-child transmission of hepatitis B virus. *PLoS One.* 2013;8(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055303>
105. Donalisio M, Rittà M, Tonetto P, et al. Anticytomegalovirus activity in human milk and calostrum from mothers of preterm infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2018;67(5):654-659. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000002071>
106. Dworsky M, Yow M, Stagno S, Pass RF, Alford C. Cytomegalovirus infection of breast milk and transmission in infancy. *Pediatrics.* 1983;72(3):295-299. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6310479/>
107. Hinckley AF, O'Leary DR, Hayes EB. Transmission of West Nile virus through human breast milk seems to be rare. *Pediatrics.* 2007;119(3):666-671. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-2107>
108. Kalu SO, Reynolds F, Petra GB, et al. Infant feeding choices practiced among HIV positive mothers attending a Prevention of Mother to Child Transmission (PMTCT) of HIV program in Nnewi, Nigeria. *J AIDS Clin Res.* 2014;5(5). <https://doi.org/10.4172/2155-6113.1000300>
109. Yoshida M, Yamagami N, Tezuka T, Hondo R. Case report: detection of varicella-zoster virus DNA in maternal breast milk. *J Med Virol.* 1992;38(2):108-110. <https://doi.org/10.1002/jmv.1890380207>
110. Chang ML, Tsao KC, Huang CC, Yen MH, Huang CG, Lin TY. Coxsackievirus B3 in human milk. *Pediatr Infect Dis J.* 2006;25(10):955-957. [10.1097/01.inf.0000235686.50060.2b](https://doi.org/10.1097/01.inf.0000235686.50060.2b)
111. Sanosyan A, Rutagwera DG, Molès JP, et al. Increased Epstein-Barr virus in breast milk occurs with subclinical mastitis and HIV shedding. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(27). [10.1097/MD.00000000000004005](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000004005)
112. Daud II, Coleman CB, Smith NA, et al. Breast Milk as a Potential Source of Epstein-Barr Virus Transmission Among Infants Living in a Malaria-Endemic Region of Kenya. *J Infect Dis.* 2015;212(11):1735-1742. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiv290>
113. Norman FF, López-Vélez R. Chagas disease and breastfeeding. *Emerg Infect Dis.* 2013;19(10):1561-1566. <https://doi.org/10.3201/eid1910.130203>
114. Bansa DK, Awua AK, Boatín R, et al. Cross-sectional assessment of infants' exposure to toxic metals through breast milk in a prospective cohort study of mining communities in Ghana. *BMC Public Health.* 2017;17(1):505 <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4403-8>
115. Lehmann GM, Lakind JS, Davis MH, et al. Environmental chemicals in breast milk and formula: Exposure and risk assessment implications. *Environ Health Perspect.* 2018;126(9). <https://doi.org/10.1289/EHP1953>
116. Memis EY, Yalçın SS. Human milk mycotoxin contamination: smoking exposure and breastfeeding problems. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021; 34 (1): 31-40. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1586879>
117. Hernández M, Juan-García A, Moltó JC, Mañes J, Juan C. Evaluation of Mycotoxins in Infant Breast Milk and Infant Food, Reviewing the Literature Data. *Toxins.* 2021;13(8): 535. <https://doi.org/10.3390/toxins13080535>
118. Navas SA, Sabino M, Rodríguez-Amaya BD. Aflatoxin M1 and ochratoxin A in a human milk bank in the city of São Paulo, Brazil. *Food Addit Contam.* 2005;22(5):457-462. <https://doi.org/10.1080/02652030500110550>
119. Ferrufino-Guardia E, Chavez-Rico V, Larondella, Y. Ochratoxin a in human breast milk, maternal and placental blood from Cochabamba-Bolivia. *Revista de Toxicología.* 2019;36(2):116-140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91967023005>
120. Price E, Awadel-Kariem FM, Hateley P, Harvey J, Gilks J, Kempley S. Possible hazards of hypochlorite disinfection for feeding equipment for premature infants. *J Hosp Infect.* 2006;64(1):90-92. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2006.05.001>

Recibido: 18/11/2022  
Aceptado: 30/01/2023

## Intermittent fasting for health care, a review

Valentina, Espinoza<sup>1</sup> , Carolina, Alarcón<sup>1</sup> , Yarolet, Contreras<sup>1</sup> , Fabiana, Sepúlveda<sup>1</sup> ,  
Emilia, Bustos<sup>2</sup> , Angelica Palisi<sup>3</sup> , Sharon, Viscardi<sup>4,5</sup> .

**Abstract:** **Intermittent fasting for health care, a review.** The incidence of obesity and overweight in the world has been increasing in recent years due to poor diet and lack of physical activity; people suffering obesity and overweight, related with malnutrition due to excess, often resort to calorie restriction diets that are usually not very effective. In this context, intermittent fasting (IF) has become popular due to the possibilities for weight loss that it offers. This diet consists of alternating periods of fasting with unrestricted eating; however, its effectiveness and consequences are unknown to most users. This narrative review analyzes whether intermittent fasting contributes to the improvement of body and metabolic composition. The purpose of the review was to examine the available data on the contribution of intermittent fasting to the improvement of body and metabolic composition, in order to provide information and to define the parameters that condition safe achievement of its benefits. IF dieting triggers adaptive cell responses that cause a decrease in lipid oxidative stress markers in individuals with obesity and prediabetes. Metabolic alterations have been found to go hand in hand with the alteration of circadian rhythms; if IF contributes to this effect, it may assist in treating and preventing obesity and associated diseases. However, there are also disadvantages, such as the loss of lean muscle mass by wasting, and increased hypoglycemia. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 60-73.**

**Keywords:** Intermittent fasting, calorie restriction, time-restricted fasting.

**Resumen:** **El ayuno intermitente, ¿un éxito o una desventaja para el cuidado de la salud?.** La incidencia de obesidad y sobrepeso en el mundo ha ido en aumento en los últimos años debido a la mala alimentación y la falta de actividad física; Las personas que padecen obesidad y sobrepeso, relacionadas con la desnutrición por exceso, suelen recurrir a dietas de restricción calórica que suelen ser poco efectivas. En este contexto, el ayuno intermitente (AI) se ha popularizado debido a las posibilidades de pérdida de peso que ofrece. Esta dieta consiste en alternar períodos de ayuno con alimentación sin restricciones; sin embargo, su eficacia y consecuencias son desconocidas para la mayoría de los usuarios. Esta revisión narrativa analiza si el ayuno intermitente contribuye a la mejora de la composición corporal y metabólica. El objetivo de la revisión fue examinar los datos disponibles sobre la contribución del ayuno intermitente a la mejora de la composición corporal y metabólica, con el fin de aportar información y definir los parámetros que condicionan la consecución segura de sus beneficios. Se ha encontrado que las alteraciones metabólicas van de la mano con la alteración de los ritmos circadianos; si AI contribuye a este efecto, puede ayudar a tratar y prevenir la obesidad y las enfermedades asociadas. Sin embargo, también existen desventajas, como la pérdida de masa muscular magra por atrofia y el aumento de la hipoglucemia. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 60-73.**

**Palabras clave:** ayuno intermitente, restricción calórica, ayuno con restricción de tiempo.

### Introduction

Obesity and overweight have increased in Chile in recent years, due to the greater availability of food and the lack of physical activity. In 2010, the overweight and obese population was 64 %, while in 2020 the estimate gives a figure of 74.2 % (1). Malnutrition due to excess and associated unhealthy lifestyles are the main causes of chronic diseases in Chile, representing the highest and fastest-growing health risk (2,3). Weight loss and improving body composition have formed the

<sup>1</sup>Departamento de Procesos Diagnósticos y Evaluación, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Temuco, Temuco, La Araucanía, Chile. <sup>2</sup>Escuela de medicina, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Avenida Alemania 281, Temuco, La Araucanía, Chile. <sup>3</sup>Ministry of Education, Universities and Research (MIUR), Italy. <sup>4</sup>Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, P.O. Box 15-D, Temuco, Chile. <sup>5</sup>Functional Foods Laboratory, Camino Sanquillo, Parcela 18, Padre Las Casas, La Araucanía, Chile.  
Autor para la correspondencia: Dr. Sharon Viscardi, E-mail: [sviscardi@uct.cl](mailto:sviscardi@uct.cl)

mainstay of the treatment of malnutrition due to excess, based on providing education about healthy lifestyles and the implementation of diets based on calorie restriction. Unfortunately, these methods do not achieve the necessary adherence, which normally falls off within 1-4 months, resulting in significant weight recovery within one year (4). In this context, a new method of calorie restriction known as intermittent fasting (IF) has emerged, this promises better adherence and quicker results.

IF is a type of calorie-restricted eating protocol that focuses on when meals can be consumed (5), a practice that has in fact existed for a long time, mostly associated with religious and cultural traditions (6). This is the case of the Ramadan Fast, a form of intermittent fasting adhered to by adult Muslims throughout the world every year, when they modify their habits to eat exclusively at night for an entire lunar month (7).

Two other variations of fasting are well known: alternate-day fasting and early time-restricted fasting. Alternate day fasting consists of 24-hour fasts followed by a 24-hour eating period, and can be practiced several times a week, while time-restricted or early time-restricted fasting are programs that include variations of fasting periods that can last 16, 18 or 20 hours, with eating limited to the remaining time (5). Partial results from short-term studies concerning IF indicate that participants lose 3% to 7% of body weight after 2 to 3 months of alternate-day fasting, and experience improvements in metabolic parameters (8). One of the most important metabolic changes that occur during fasting periods is the depletion of glucose as a fuel source and the shift to the use of fatty acids and ketone bodies for energy; the latter acquire vital importance since they regulate the expression and activity of many proteins and molecules that influence health and aging (9). Most studies of IF have focused on weight loss as the primary goal, under the conception that the primary health benefit arises from this change (8); however, while this new eating protocol has many benefits, its drawbacks are not insignificant, as it is not recommended for everyone and can be

dangerous (10). Among its drawbacks, this change in eating pattern is usually accompanied in its initial stages by problems such as bad mood, fatigue or dizziness, since the body needs to adapt to the use of ketones. Moreover, this type of diet is contraindicated in people with hypoglycemia or who are undergoing hypoglycemic treatments since it can generate severe hypoglycemia, incidence of which increases with age and can even result in death (10).

This narrative review analyzes whether intermittent fasting contributes to the improvement of body and metabolic composition. The purpose of the review was to examine the available data on the contribution of intermittent fasting to the improvement of body and metabolic composition, in order to provide information and to define the parameters that condition safe achievement of its benefits.

## **Material and methods**

A review of the available literature on the different types of existing intermittent fasting methods and their general effects on health was carried out, analyzing their metabolic benefits, effectiveness in weight loss and possible contraindications. To limit the scope of this research, data on pregnant adults, infants and growing children were omitted.

### *Literature Search Strategies*

Databases such as PubMed and Google Scholar were used in the search, and randomized controlled trials, published reviews and meta-analyses were included. The search was restricted to publications in English, using search terms such as intermittent fasting, calorie restriction, adult obesity, time-restricted fasting, fasting calorie restriction, eating times, among others. The initial search date was March 2021 and the last update was added on October 27, 2021.

### *Inclusion and exclusion criteria*

The included studies were review articles and randomized controlled trials with the following characteristics: (1) Population: adults aged 18 years or older; (2) Interventions and publications: daily fasting periods from 12 to 20 hours; (3) Results: data on change in at least one of the following parameters: weight, blood pressure, insulin, glucose, total cholesterol, triglycerides, LDL cholesterol, HDL cholesterol; (4) Nutritional status: Overweight or obesity; (5) Language of publication: English.

Studies with the following characteristics were excluded: (1) articles on animal studies or *in vitro* experiments; (2) studies with a population of pregnant and/or lactating adults; (3) subjects under 18 years of age.

### **Intermittent fasting and body weight loss**

Intermittent Fasting (IF) is an eating pattern that involves eating during 'windows' separated by defined fasting periods (greater than 12 to 48 hours or more) (11). Many people consider this a less restrictive method than traditional calorie restriction (CR) methods, as it involves alternating normal daily calorie intake with brief periods of strict calorie restriction (10). There are several methods of IF, in which the day or week is divided into eating periods and fasting periods (12). A frequent pattern within this classification is 5:2 intermittent fasting, which consists in choosing 2 days of the week (which may be consecutive or not) with a strictly restricted calorie diet, or complete fasting for 24 hours/day, leaving the remaining 5 days to eat at will (12).

Another recently developed IF regimen focused on weight loss is Time-Restricted Eating (TRE), which is characterized by specified periods of fasting and eating within a 24-hour cycle (13). One of the characteristics of this pattern is that it establishes that all meals are to be consumed during a defined period of time, followed by a fasting period that can range from 16 to 24 hours, prolonging the physiological night-time fast. Because the eating window is short, total calorie intake is less than normal (14).

The mechanism of action of IF that induces a metabolic shift with the potential to positively alter body composition typically occurs in the third phase of fasting, when the first time exceeds 12 to 16 hours (14). The key mechanism responsible for these effects seems to be the "metabolic switch change", which is the change of glucose utilization from glycogenolysis to depletion. This change is represented by the activation of lipolysis, a process that triggers the mobilization of lipids from adipose tissues. The lipids are metabolized, producing an increase in blood plasma levels of free fatty acids (FFA), which are then transported to the hepatocytes, where they are metabolized to produce B-HB ketones and acetoacetate. The ketones are transported to cells

with high metabolic activity where they are further metabolized to generate ATP. These physiological processes allow ketones to serve as an energy source to maintain muscle and brain cell functions during fasting and prolonged periods of physical exertion (15,16). By involving these processes, which are independent of the energy balance, intermittent fasting may constitute an effective strategy for weight loss and act as a regulator of metabolic disorders associated with excess adiposity (17).

IF studies vary considerably depending on the fasting regimen employed and its duration; however, most of the independent studies reviewed report a reduction in body weight (11,18–21). In the studies analyzed, changes in body weight are evidenced after a period of 8 weeks or more with an eating time of 10 hours/day. Changes are also observed in studies that contemplate 8 hours of free eating and alternate day fasting (ADF), suggesting that the IF feeding protocol has an inversely proportional relationship, given that when the hours of fasting increase, weight-related variables tend to decrease as a consequence of the reduction in energy intake (Table 1).

Specifically, TRE studies reported effects of weight reduction while maintaining muscle mass, which is of special interest among physically active people because it helps to achieve a desired body mass for a specific sport category, thus confirming that this new method can produce changes in body composition (10).

### **Benefits of intermittent fasting**

Benefits of the different IF methods have been established. One study reported improvements in insulin levels and sensitivity; increased  $\beta$ -cell responsiveness; and positive effects on diabetes mellitus, obesity, sleep quality, stress levels and oxidative stress in men with prediabetes (6). Another work found that extending the metabolic fast to 12 to 14 h each day may produce greater reductions in body weight and fasting blood glucose levels (19).

**Table 1:** Effects of intermittent fasting interventions in selected trials

| Type of fast  | Type of study                               | Sample  | Period   | Mealtime | Time- frame  | Anthropometric parameters   | Body mass   | Metabolic parameters  | Blood pressure   | Metabolic costs   | Reference |
|---|---|---|----------|----------|--|---|---|---|--|---|-----------|
| Time Restricted Eating (TRE) 16:8 and Constant Meal Time (CMT)  | Prospective randomized clinical trial (RCT) | 105 full cut Adults with overweight and obesity   | 12 weeks | 8 hrs    | 12:00 pm to 20:00 pm- Constant hours                     | <b>Body weight</b><br>-0.94 kg TRE<br>-0.68 kg CMT  | ---   | ---   |  | No changes  | (11)      |
|   |   | "46 Face-to-face sessions lasting 12 weeks Adults with overweight and obesity"            | 12 weeks | 8 hrs    | "12:00 pm to 20:00 pm CG: Constant time"                 | <b>Body weight</b><br>-1.70kg TRE<br>-0.57 kg CMT   | <b>FM</b><br>-0.51kg TRE<br>-0.03 kg CMT<br><b>MM</b><br>-1.10 Kg TRE<br>-0.35 Kg CMT<br><b>AFM</b><br>-0.64 Kg TRE<br>-0.17 kg CMT<br><b>TLM</b><br>-0.47 Kg TRE<br>-0.15 kg CMT | <b>FG</b><br>NS<br><b>Fasting insulin</b><br>NS<br><b>HOMA-IR</b><br>NS<br><b>HbA1c</b><br>NS<br><b>CT</b><br>NS<br><b>TG</b><br>NS<br><b>C-LDL</b><br>NS<br><b>C-HDL</b><br>NS   | <b>SBP</b><br>-1.96 mmHg<br><b>TRE</b><br>- 3.86 mmHg<br>CMT<br><b>DBP</b><br>-4.08 mmHg<br>TRE<br>-3.01 mmHg<br>CMT | <b>RMR</b><br>- 28.1 kcal/day<br><b>TRE</b><br>-43.15 kcal/day<br>CMT<br>* no changes between groups.<br><b>TEE</b><br>- 177.9 Kcal/day<br><b>TRE</b><br>127.3 Kcal/day<br>CMT<br>*no changes between groups. |           |
| "Modified Alternate Day Fasting (ADF) and Calorie Restriction (CR)"   | Randomized clinical trial                   | "69 participants full cut adults with Overweight and obesity"                             | 8 weeks  |          | ADF: 1 day of fasting and one day of eating. CR < 75% EN | <b>Body weight</b><br>- 4.1 kg ADF<br>-1.7 kg RC<br><b>BMI</b><br>- 1.6 kg/mt <sup>2</sup> ADF<br>-0.8 kg/mt <sup>2</sup> RC<br><b>WC</b><br>- 4 cm ADF<br>-1 cm RC | Not measured  | <b>FG</b><br>- 5 mg/dl ADF<br><b>Fasting insulin</b><br>- 2.41 uU/ml ADF<br>- 1.56 uU/ml RC<br><b>HOMA-IR</b><br>ADF: - 0.72<br>RC: - 0.39<br><b>C-Total</b><br>-11 mg/dl ADF<br>8 mg/dl CR<br><b>TG</b><br>52 mg/dl ADF<br>40 mg/dl RCR<br><b>C-LDL</b><br>-5 mg/dl ADF<br>RC: NS<br><b>C-HDL</b><br>-5 mg/dl ADF<br><b>RC: NS</b><br>-1 mg/dl ADF<br>RC: NS | <b>SBP</b><br>- 13 mmHg<br>ADF<br>-1 mmHg RC<br><b>DBP</b>   | Not measured  | (19)      |
| "Eating with time restriction TRE 14:10 hrs. with a fasting ketogenic snack TRE 12:12 hrs *No fasting snack." | Randomized clinical trial                   | 60 Adults with Obesity<br><br>"24 participants with obesity and high glucose blood level" |          | 10 hrs   | Fasting between 5:00 p.m. and 8:00 p.m.                  | <b>Body weight</b><br>-10.7 Kg TRE 14:10<br><br>-8.9 kg TRE 12:12<br>*There was a significant change between groups.  | Not measured  | <b>FG</b><br>-7.6 mg/dl TRE 14:10<br><br>-3.1 mg/dl TRE 12:12<br>*Both interventions resulted in greater reduction of fasting blood glucose in impaired FG patient.   | Not measured   | Not measured  | (46)      |

**Table 1:** [continued] Effects of intermittent fasting interventions in selected trials

| Type of fast  | Type of study                            | Sample                                       | Period   | Mealtime | Time-frame   | Anthropometric parameters  | Body mass   | Metabolic parameters   | Blood pressure   | Metabolic costs                    | Reference |
|---|--|--|----------|----------|--|--|---|--|--|------------------------------------|-----------|
| Eating with a time restriction of 16:8 hours and a control group that maintains its eating habits               | Non-randomized controlled clinical trial | "32 participants<br>TRE 8:16 hrs<br>"        | 3 months | 8 hrs    | Fasting from 8:00 p.m. to 12:00 p.m. and eating from 12:00 p.m. to 8:00 p.m. | <b>Body weight</b><br>-3.38 Kg TRE<br>+1.32 kg Control Group                                       | <b>FM</b><br>-2.17 kg TRE<br>+ 0.85 kg Control group  | <b>FG</b><br>+1.8 mg/dl TRE<br>+2 mg/dl Control group  | <b>SBP</b><br>"TRE: -5.4 mmHg<br>"<br>Control group:<br>- 6.8 mmHg | Not measured                       | (11)      |
| "Modified Alternate Day Fasting (ADF) and Calorie Restriction (CR)<br>"   |  | 12 Control Group.<br>women with obesity      |          |          |  | <b>BMI</b><br>"- 1.34 Kg/mt <sup>2</sup><br>TRE<br>"<br>+ 0.85 kg/mt <sup>2</sup><br>Control Group | <b>%GC</b><br>- 0.9 % TRE<br>+ 0.35%<br>Control group | <b>Insulin</b><br>-0.1 mU/L TRE<br>"+ 3.5 mU/L<br>Control Group<br>"<br><b>MM</b><br>-0.68 kg TRE<br>+ 0.19 kg<br>Control Group  | <b>DBP</b><br>TRE: -3.4 mmHg<br>Control Group:<br>- 4.8 mmHg       |                                    | (19)      |
| "Early Time-Restricted Feeding (eTRF) 6:18 a.m. vs. a control group (CG) with a feeding period of 12 hours<br>" | Randomized controlled clinical trial     | "8 participants<br>"<br>Men with prediabetes | 5 weeks  | 6 hrs    | eTRF: dinner before 15:00 pm   | <b>Body weight</b><br>1.4 +1.3 kg eTRF<br>1.0 +1.1 kg Control Group                                | Not measured<br>NS: eTRF                              | <b>FG</b><br>"eTRF: 11 + 4 mmHg<br>"<br>NS: Control<br><b>Fasting Insulin</b><br>3.4 + 1.6 mU/L eTRF<br>"in the insulinogenic index and decreased resistance to insulin eTRF.<br>"<br><b>Cholesterol</b><br>C-HDL: 0.6+09 mg/dl.<br>C-LDL: 2+6 mg/dl<br>eTRF: NS<br>"TG:<br>57+13mg/dl<br>CT:13+5 mg/dL<br>eTRF" | <b>SBP</b><br>"<br>"<br><b>DBP</b><br>"eTRF: 10 + 4 mmHg<br>"<br>" | Does not affect energy expenditure | (21)      |
|   |  |  |          | 12 hrs   |  | * Body weight was stable and changes in body weight were similar between groups                    |   |  |  |                                    |           |

FM: fat mass; FFM: lean mass or fat-free mass; AFM: appendicular fat mass; TLM: trunk lean mass; FG: fasting glucose; NS: Not significant. RMR: Resting Metabolic Rate. TEE: Total Energy Expenditure; EN: Energy needs. WC: Waist circumference. MM: Muscle mass; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure; TG: Triglycerides.

A 5-week early time-restricted feeding (eTRF) protocol is reported to improve insulin sensitivity,  $\beta$ -cell responsiveness, blood pressure, oxidative stress and appetite compared to the 12-hour feeding control group (CG) (22). A similar protocol was reported to improve glucose metabolism and increase tissue

sensitivity to insulin by increasing pancreatic islet  $\beta$  cells (10).

A study of orthodox religious fasting highlights the finding that eating time restrictions could be associated with a better metabolic and glycemic profile (23).

Long-term benefits have also been shown. The cell mechanisms by which IF improves health and counteracts pathological processes are due to the activation of adaptive cellular stress-response signaling pathways, improving mitochondrial health, DNA repair and autophagy (10).

Moreover, there is a general consensus that IF improves cardiovascular health in humans as a result of improvements in the profile of inflammatory markers and plasma lipids (24). At a physiological level, the IF eating pattern has effects on the inflammatory state, in particular by decreasing the levels of CRP (C-reactive protein, which is released into the bloodstream in response to inflammation); however, no changes are observed in TNF- $\alpha$  and IL-6 levels (25). There is also evidence that IF inhibits the development of atherosclerotic plaque by reducing the concentration of inflammatory markers such as IL-6, homocysteine and CRP. It also causes an increase in brain-derived neurotrophic factor (BDNF), resulting in a drop in systolic and diastolic blood pressure by activating the parasympathetic system. BDNF causes the vagus nerve to release acetylcholine, which reduces the frequency of heart contractions, lowering the likelihood of developing cardiac hypertrophy. This positive effect of IF has also been documented in people with obesity and diabetes (10).

Alternate-day fasting (ADF), TRE and intermittent energy restriction (IER) are all reported to have beneficial regulatory effects on gut microbial compositions in various animal models and human trials (26). The gut microbiome is remodeled during intermittent fasting, contributing to the cyclical nature of the gut microbiome, as reflected by improved fluctuations in bacterial abundance and function (21). This new composition of the microbiome may result in increased production or conversion of metabolites, including tryptophan and its derivatives, short-chain fatty acids and bile acids, along with decreased expression of lipopolysaccharides in the outer membrane of gram-negative bacteria (27).

### **Intermittent fasting and its role in oxidative stress**

The generation of molecular oxygen in the form of reactive oxygen species (ROS) is a natural part of aerobic life. Basal levels of ROS are essential for the manifestation of various cell functions, such as signal transduction pathways, defense against microorganisms, gene expression and promotion of cell growth or death (28).

An imbalance in the production of these reactive oxygen species, and the body's inability to detoxify these reactive products, is defined as oxidative stress (22). When ROS production is not controlled and circulating levels of these markers accumulate, this can lead to the development of metabolic syndromes and the progression of atherosclerotic disease (29).

Short-term trial data suggest that TRE may produce consistent reductions in markers of oxidative stress. For example, 8-isoprostane (a marker of lipid oxidative stress) was reduced by 14% in the 6-hour TRE study in obese men with prediabetes (22). Similarly, there was a change in the plasma levels of 8-isoprostane at week 8 in groups that adhered to TRE for 4 hours and TRE for 6 hours, obtaining reductions of 37% in the first group and 43% in the second, versus controls without mealtime restrictions. In contrast, none of the interventions had any impact on levels of inflammatory markers such as tumor necrosis factor alpha (TNF- $\alpha$ ) and plasma interleukin-6 (IL-6) (9). It has also been shown that TRE plays a protective role against oxidative stress, since it is aligned with circadian time, regulating the production of various signaling molecules, maintaining mitochondrial homeostasis and reducing oxidative stress (30).

Intermittent fasting elicits adaptive cell responses that are preserved by the body through evolution and are integrated within the organs in a way that results in improved glucose regulation, increased resistance to stress and suppressed inflammation, through the activation in cells of pathways that enhance intrinsic defenses against oxidative and metabolic stress, and pathways that eliminate and repair damaged molecules (9). These promising preliminary findings show that TRE may offer some benefit in helping to regulate ROS production in humans.

### **Disadvantages of intermittent fasting**

Intermittent fasting can be dangerous and is not recommended for people with hormonal imbalances, pregnant or lactating women, people with diabetes or eating disorders such as anorexia or bulimia, or who have a BMI of less than 18.5 kg/m<sup>2</sup> (underweight) (10), as it could lead to serious vitamin deficiencies as well as loss of fat-free mass (31). Current evidence suggests that IF may represent a counterproductive strategy for optimizing muscle mass, as protein turnover may remodel old/damaged proteins (32).

A significant reduction in lean mass in the TRE group is reported in one study, where the average weight loss in the group was 1.70 kg, of which 1.10 kg was lean mass and 0.51 kg fat mass; however, the lean mass loss in this study far exceeds the normal range (11). TRE has been shown to lead to a reduction in calorie intake and may also reduce protein intake; these data highlight the importance of adequate protein intake while adhering to a TRE diet (11).

On the other hand, it was observed that diabetics who consume hypoglycemia-inducing medication, and who are classified as high-risk patients, should not follow an IF diet due to the likelihood of hypoglycemia, hyperglycemia, and ketoacidosis. In the case of diabetic patients who decide to adhere to IF, monitoring of the blood glucose level at least twice a day during fasting is essential, requiring interruption of the diet if dangerously low glycemic levels occur (31).

Other minor physical symptoms have been reported, such as hunger, lack of energy, headache, dizziness, constipation, bad breath and feeling cold, along with minor adverse cognitive effects, including poor concentration, for 1 to 6 months as a result of daily IF or CR (28). Temporary sleep disturbances have also been reported during the first month of intervention in groups adhering to IF (33).

Moreover, it is reported that daily fasting periods lasting 14 hours or more may be associated with increased gallstone formation, and weight loss benefits from TRE may be similar to those achieved by following a consistent eating schedule (12). Another aspect that has been highlighted is that TRE has the potential to reduce systemic inflammation and autoimmune-related diseases, but at the same time it can weaken the immune system and

increase susceptibility to infections and cancer (12,34).

In the follow-up of patients who participated in a study with 5:2 fasting and CR, it was reported that both groups recovered the lost weight (22% in the 5:2 group and 42.6% in the CR group) within 12 to 24 months. Furthermore, the subjects in the 5:2 group lost more lean mass during this follow-up period, losing 2.2 kg as compared to 0.8 kg in the CR group (35).

Finally, it should be mentioned that excessive calorie restriction has been reported to cause dysregulation of hormonal management, which can lead to menstrual cycle disorders in women and decreased testosterone in men (10).

### **Intermittent fasting and its effect on reducing cardiovascular disease risk factors**

Lifestyle choices, including diet and physical exercise, have a major impact on CVD (cardiovascular disease) risk. Among the most common risk factors are diabetes and obesity (12), and one of the ways to reduce the risk of vascular diseases is through weight loss (29).

The evidence suggests that IF could be a safe dietary intervention with broad cardiometabolic health benefits against aging, obesity, diabetes mellitus and cardiovascular diseases, since it has been described that calorie restriction brings a decrease in circulating lipids, such as triglycerides, low- and very-low-density lipoproteins (LDL and VLDL cholesterol, respectively), but no change in plasma levels of high-density lipoproteins (HDL) (36). Time-restricted fasting has also been reported to effectively improve the cardiometabolic risk profile, in addition to inducing weight loss in prediabetic subjects (37).

In a study of 60 overweight and obese adults who underwent a 75% calorie restriction period every other day, the subjects experienced a reduction in LDL cholesterol and triglyceride

levels after 12 weeks. However, these changes could also be explained by the weight loss observed (5).

Furthermore, epidemiological evidence suggests that IF may help lower blood pressure. These findings are consistent with a study in which an improvement in systolic and diastolic blood pressure values was observed in the population after fasting, IER and CR (38). Similarly, reductions in systolic and diastolic blood pressure have been reported during TRE, with blood pressure decreases noted more frequently in studies in which participants lost at least 3% of baseline body weight (29).

Thus IF has the ability to reduce blood pressure, due to a decrease in sympathetic tone and an increase in parasympathetic tone, which could improve CVD mortality (5).

### **Intermittent fasting and its role in circadian rhythms**

Organisms have adapted to the changing light-dark cycle that makes up a day, distributing their performance of functions such as eating and sleeping, which are crucial to survival, over time. There are several physiological pathways that display the same behavior, known as circadian rhythms (39). Molecular circadian clocks regulate daily behavioral and metabolic rhythms with the external day-night cycle. Alterations in these rhythms are usually accompanied by metabolic alterations, ranging from overweight and type II diabetes mellitus to the development of metabolic syndrome (40).

The general dietary trend today has changed from the classic consumption of 3 meals a day to consuming 45% of daily energy levels in the evening meal and night-time snacks. This eating pattern contributes to the misalignment of circadian rhythms and the disruption of metabolic processes, resulting in excessive energy consumption and impaired metabolic health (41).

When the period of food intake is aligned with the central circadian clock, it can

cause changes in the metabolism of lipids, proteins and carbohydrates (42). Consequently, intermittent fasting regimens may be a promising intervention strategy through which disordered circadian rhythms can be realigned and obesity and its associated metabolic diseases can be treated or even prevented (27). Time-restricted eating (TRE), where food is specified to be consumed within a constant interval of 8 to 12 hours, appears to be the IF variable that maintains optimal nutrient utilization and promotes health, as it is in synchrony with the circadian rhythm (43).

Another important factor is the production of melatonin, since it has effects on glucose homeostasis through the attenuation of glucose-stimulated insulin release, producing a reduced insulin response to late-night meals. This would justify the notion that it is best to avoid ingesting food 2 to 3 hours before bedtime and for one hour after waking up. It should also be noted that the release of insulin from the pancreas decreases near the resting phase, thus late-night meals lead to an increase in prolonged serum glucose levels that are likely to be stored as triglycerides (TG) in adipose tissue (42).

In a study of overweight and obese women following a TRE protocol with a shorter feeding period of less than 11 hours for eating, and beginning their fast 2 hours before bedtime, the results reported lower energy intake, glycemic load and eating frequency (41).

As reported in table 2, early time-restricted feeding (eTRF) is thought to improve mean glucose levels over a 24-hour period, to alter lipid metabolism and oxidation and the gene expression of the circadian clock, to stimulate autophagy and to have anti-aging effects (6). In a study in 119 prediabetic adults, a longer feeding window of 12 hours or more was associated with a higher percentage of body fat (44). In another study in overweight and obese women that compared an interval of 12 hours or less with one of more than 12 hours, a significant decrease in calories was found in the group with the shorter eating window, which is consistent with the TRE pattern (41).

These findings support the notion that limiting all calorie intake to a defined time interval, separated by a few hours from the daily sleep interval, has multiple health benefits (43,45,46).

**Table 2:** Metabolic, hormonal and genetic results associated with different times of feeding

| Eating time  | Study description           | Metabolic Results                            | Gene and hormone expression    | Reference |
|--|-----------------------------|--|--------------------------------|-----------|
| eTRF 6: 18 hrs                                       | Full cut 11 Adults          | eTRF Glucose 24h: 4 +1mg/dl.                 | Cortisol (am): 1.5 + 0.9 ug/dl | (57)      |
|  | BMI: > 25 kg/m <sup>2</sup> | Fasting Glucose: 2 +1mg/dl.                  | Cortisol (pm) :1.4 +0.6 ug/dl  |           |
| CG: 12: 12 hrs                                       | Age: > 32 years             | Fasting Insulin: 2.9+0.4 mU/l                | BDNF: 2.46 + 1.34 ng/ml        |           |
|  | Duration 4 days             | C-LDL: 9 + 4 mg/dl                           | BMAL1: 8+3%                    |           |
|  |                             | C-HDL: 3+1 mg/dl.                            | CRY1: 14+ 2%                   |           |
|  |                             | TG: NS                                       | CRY2: 8+4%                     |           |
|  |                             | C-Total: 10+4 mg/dl                          | REV-ERBA:12+6%                 |           |
|  |                             |  | RORA:13+4%                     |           |
|  |                             |  | CLOCK and PER2: NS             |           |
|  |                             |  | SIRT1: 10+3%                   |           |
|  |                             |  | LC3A: 22+5%                    |           |
|  |                             |  | MTOR:9+3%                      |           |
| Eating window  | 119 adults full cut         | Late eating was associated with % body fat.  |                                | (44)      |
| < 10 h/d   | BMI:>25 kg/m <sup>2</sup>   |  |                                |           |
| >12 h/d  | Age: >30 a<70 years         | Daily eating window and percentage of CG:NA. |                                |           |
| >14 h/d  |                             |  |                                |           |
| TRE 11:13 hrs. Daily Eating Interval (DEI) >12 hours | 229 full cut Women          | TRE: 140 kcal.                               |                                | (17)      |
|  | BMI: >25 kg/m <sup>2</sup>  | CG: 15 units. Intake frequency.              |                                |           |
|  | Age: > 40 years             | DEI: 53 kcal                                 |                                |           |
|  |                             | CG: +6 units higher. Intake frequency        |                                |           |

GL: glycemic load; DEI: daily eating interval; eTRF: early time-restricted feeding; TRE: time-restricted eating; NS: not significant; NA: no association.

## Discussion

Intermittent fasting (IF) is a popular alternative, in which fasting is alternated with periods of unrestricted eating. This appears to be an approach equivalent to calorie restriction (CR) for inducing weight loss, although there is limited evidence so far regarding long term results. The purpose of this study was to review the available data on intermittent fasting and its contribution to the improvement of body and metabolic composition, and to define the parameters that condition the safety of its benefits.

IF has been found to be as effective as CER for losing weight and fat mass, suggesting that this type of fasting could be considered a valid alternative to calorie restriction (47,48). Although TRE does not place emphasis on calorie restriction, controlled eating times do in fact reduce calorie intake. This pattern appears to generate greater adherence than CER, making TRE a safe and well-tolerated intervention in the short term. Recent studies of TRE with a daily feeding window of 8 to 10 h reported dropout rates of less

than 10%; however, these tended to increase to 20% with a shorter feeding window, suggesting that TRE may be an effective strategy to promote weight loss in users who have difficulty adhering to diets that alter the entire nutritional pattern of the individual's daily food intake. This is the case of alternate day fasting (ADF), for example, which the data show to be associated with a higher dropout rate (40%), suggesting that it may not be a feasible weight loss alternative for many people (49).

The metabolic switch involved in prolonged fasting of more than 12 hours consists of a marked reduction in liver glycogen, leading to the mobilization of fatty acids from adipose tissue and their metabolism by the liver. Increased  $\beta$ -oxidation of fatty acids leads to excess formation of  $\beta$ -hydroxybutyrate and acetoacetate (50). These are transported to cells where they are further metabolized to generate ATP, which maintains muscle and brain cell function during fasting. With these processes involved, it can be an effective strategy for weight loss and can also act as a regulator of metabolic disorders associated with excess adiposity.

When contrasting IF with calorie restriction, IF exhibits superior benefits because it produces a series of changes that contribute to the improvement of parameters affecting heart health. Along the same lines, studies conclude that TRE improves blood glucose levels and insulin sensitivity, in addition to having an effect on the composition of the intestinal microbiota (51).

Oxidative stress is understood to be the result of imbalance in the production of reactive oxygen species (ROS) and the inability of the body to detoxify them. IF causes an improvement in ROS regulation through adaptive cell responses, increasing resistance to stress. There are data indicating that TRE decreases lipid oxidative stress markers in individuals with obesity and prediabetes.

It is widely proven that dietary restriction prolongs the lifespan of many species, including mammals; among other beneficial effects on cells, it lowers ROS production and thus decreases oxidative stress and oxidative

damage to biomolecules (52). These findings show that TRE may offer benefits in regulating ROS production in humans.

Turning to the disadvantages of IF, it should be noted that most of the studies analyzed were conducted with small sample sizes and short-term interventions. It was shown that although IF can be beneficial to people with diabetes mellitus II, it effectively increases hypoglycemia and can lead to decompensation. Dietary plans that involve intermittent fasting have also reported side effects such as cramps, headache, cardiac arrhythmias, menstrual irregularities, gout, etc., although these effects have been associated mainly with people suffering from chronic diseases, and it is estimated that they could be controlled with the assistance of a nutrition expert. In addition, this method has been noted to produce muscle wasting reflected in the loss of lean mass, making it advisable to ensure adequate replacement of proteins (48).

It has been pointed out that IF could be a safe dietary intervention with broad cardiometabolic benefits, given the observed decrease in circulating lipids. Humans adhering to IF exhibit lower circulating levels of TG, while ADF helps to further improve predictive markers of cardiometabolic health, including a reduction in cholesterol and inflammation (53). It is also noted that IF may help lower blood pressure: a recent series of clinical studies of overweight and obese adults adhering to TRE, with an eating range of 6, 8 or 10 hours for a period equal to or greater than 12 weeks, reflected a decrease in blood pressure (53,54), indicating that IF can modify cardiovascular risk factors.

Alterations in circadian rhythms go hand in hand with metabolic alterations such as overweight, type II diabetes mellitus and the development of metabolic syndrome, where the current diet contributes to the misalignment of these rhythms. IF regimens may help to restore their alignment, treating and preventing obesity and associated diseases as a collateral effect.

It is noted that TRE where food is consumed over a constant interval of 8 to 12 hours maintains optimal nutrient utilization and is in synchrony with the circadian rhythm. Both prolonging daily fasting and shifting food intake to earlier in the day contribute to metabolic improvements after early time-restricted feeding (eTRF). Daytime metabolic responses to nutrients are influenced by the circadian system and glucose tolerance is higher earlier in the day;

thus shifting nutrient intake to earlier hours of the day may have beneficial effects on the metabolism (55). An example of this is that insulin release from the pancreas decreases during the resting phase, so late night ingestion of food leads to increased serum glucose, which is likely to be stored as triglycerides in adipose tissue.

Early time-restricted feeding (eTRF) has been shown to improve 24-hour glucose levels, to alter lipid metabolism and oxidation and the gene expression of the circadian clock, to stimulate autophagy and to have anti-aging effects. It is also important to note that recurrent eating patterns with IF confer a health benefit by delaying many age-related diseases and helping to improve metabolic markers, which are independent of weight loss (53).

Thus aligning food intake with circadian rhythms can be a powerful strategy for reducing appetite and losing weight; the subset of meal-timing interventions involving intermittent fasting, such as TRE, may confer additional benefits by improving metabolic flexibility and increasing 24-hour fat oxidation (56). The notion of limiting all calorie intake to a defined time interval, separated by a few hours from the daily sleep interval, is thus supported. In sum, intermittent fasting provides multiple health benefits to individuals; however, long-term studies are needed to assess the continuity of these benefits over time (31).

TRE is a simple and well-tolerated diet, implemented also as Ramadan in Islamic culture (36) that generates many beneficial health effects based on chrononutrition principles which may protect cardiovascular health by improving the lipid profile and raising the sub-optimal HDL and may provide a significant metabolic benefit by improving glycemic control, insulin resistance, and adipokine concentration with a reduction of BMI in adults (6,25,39,45,47,51). Even if time-restricted eating, in the absence of other interventions, is not more effective in weight loss than eating throughout the day (11). In participants with obesity who completed 8 weeks of the 14:10 TRE schedule combined with a commercial weight loss program, there was statistically significant and clinically meaningful weight loss and improvements in fasting blood glucose (46), showing an effect also in waist circumference, systolic blood pressure (19).

In patients with multiple sclerosis, the data available are too scarce to draw any firm conclusions, but it

does appear that intermittent fasting may be a safe and feasible intervention (31). Neither dietary model affected the concentrations of tumor necrosis factor- $\alpha$  or interleukin-6 (32).

## Conclusions

The growing prevalence of malnutrition due to excess throughout the world demands nutritional treatment methods that are adapted to current lifestyles and that ensure their effectiveness in reducing both body weight and the incidence of disorders associated with obesity. IF interventions are currently emerging as a tool for weight loss and to combat the development of many age-related diseases derived from metabolic dysfunctions.

Despite the multiple benefits indicated, there is some controversy regarding the safety and viability of this new food protocol, because IF encompasses different regimens that are not yet regulated; in addition, long-term adherence represents a challenge. TRE is a simple and well-tolerated diet, implemented also as Ramadan in Islamic culture (MIRMIRAN P, BARDORAN) that generates many beneficial health effects based on chrononutrition principles which may protect cardiovascular health by improving the lipid profile and raising the sub-optimal HDL and may provide a significant metabolic benefit by improving glycemic control, insulin resistance, and adipokine concentration with a reduction of BMI in adults. Finally, it should be noted that the discrepancy between the available studies may be due to heterogeneity in the design of the IF protocols, suggesting that more research is required in this regard.

## Conflicts of Interest:

The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

Funding: This research was supported by Projects number VIPUCT2019PROSV05 and VIPUCT2021PROWB01, funded by Universidad Católica de Temuco, Chile, and MINEDUC UCT21102, Government of Chile.

## References

1. de Salud M. Ministerio de Salud 2020.pdf [Internet]. 2020. Available from: <https://www.ispandresbello.cl/wp-content/uploads/2020/10/informe-indice-de-salud-2020.pdf>
2. Muñoz-Hernández L, Márquez-López Z, Mehta R, Aguilar-Salinas CA. Intermittent Fasting as Part of the Management for T2DM: from Animal Models to Human Clinical Studies. *Curr Diab Rep.* 2020 12; 20(4):13, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11892-020-1295-2>.
3. Aburto S, Cisterna M, Acuña J, Ruíz C, Viscardi S, Márquez JL, et al. Obesity as a Risk Factor for Severe COVID-19 in Hospitalized Patients: Epidemiology and Potential Mechanisms. *Healthcare* 2022; 10(10):1838. <https://doi.org/10.3390/healthcare10101838>
4. Pureza IROM, Macena ML, da Silva Junior AE, Praxedes DRS, Vasconcelos LGL, Bueno NB. Effect of early time-restricted feeding on the metabolic profile of adults with excess weight: A systematic review with meta-analysis. *Clin Nutr.* 2021; 40(4):1788-1799. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.10.031>.
5. Dong TA, Sandesara PB, Dhindsa DS. et al. Intermittent Fasting: A Heart Healthy Dietary Pattern? *Am J Med.* 2020;133(8):901-907. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.03.030>
6. Ahmed N, Farooq J, Siddiqi HS et al. Impact of Intermittent Fasting on Lipid Profile—A Quasi-Randomized Clinical Trial. *Front Nutr* 2021; 7: 596787. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596787>
7. Lessan N, Ali T. Energy Metabolism and Intermittent Fasting: The Ramadan Perspective. *Nutrients.* 2019 27; 11(5):1192. <https://doi.org/10.3390/nu11051192>.
8. Grajower MM, Horne BD. Clinical Management of Intermittent Fasting in Patients with Diabetes Mellitus. *Nutrients.* 2019 18;11(4):873. <https://doi.org/10.3390/nu11040873>.
9. de Cabo R, Mattson MP. Effects of Intermittent Fasting on Health, Aging, and Disease. Longo DL, editor. *N Engl J Med.* 2019 26;381(26):2541-2551. <https://doi.org/10.1056/nejmra1905136>
10. Malinowski B, Zalewska K, Węsierska A. et al. Intermittent Fasting in Cardiovascular Disorders—An Overview. *Nutrients.* 2019 20; 11(3):673. <https://doi.org/10.3390/nu11030673>
11. Lowe DA, Wu N, Rohdin-Bibby L, Moore AH, Kelly N, Liu YE, et al. Effects of Time-Restricted Eating on Weight Loss and Other Metabolic Parameters in Women and Men With Overweight and Obesity. *JAMA Intern Med.* 2020; 180(11):1491-1499. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.4153>.
12. Crupi AN, Haase J, Brandhorst S, Longo VD. Periodic and Intermittent Fasting in Diabetes and Cardiovascular Disease. *Curr Diab Rep.* 2020 10;20(12):83. <https://doi.org/10.1007/s11892-020-01362-4>
13. Schroder JD, Falqueto H, Mânica A, Zanini D, de Oliveira T, de Sá CA, et al. Effects of time-restricted feeding in weight loss, metabolic syndrome and cardiovascular risk in obese women. *J Transl Med.* 2021; 19(1):3. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02687-0>
14. Zhang X, Zou Q, Zhao B, et al. Effects of alternate-day fasting, time-restricted fasting and intermittent energy restriction DSS-induced on colitis and behavioral disorders. *Redox Biol.*2020; 32:101535. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101535>.
15. Anton SD, Moehl K, Donahoo WT, et al. Flipping the Metabolic Switch: Understanding and Applying the Health Benefits of Fasting. *Obesity (Silver Spring)* 2018; 26(2):254-268, <https://doi.org/10.1002/oby.22065>.
16. Freire R. Scientific evidence of diets for weight loss: Different macronutrient composition, intermittent fasting, and popular diets. *Nutrition.* 2020; 69:110549. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.07.001>
17. Taetzsch A, Roberts SB, Bukhari A. et al. Eating Timing: Associations with Dietary Intake and Metabolic Health. *J Acad Nutr Diet.* 2021;121(4):738-748. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.10.001>
18. Centro de Desarrollo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, (2017). *Perspectivas económicas de América Latina 2017*, 1-25. <http://dx.doi.org/10.1787/leo-2017-es>.
19. Parvaresh A, Razavi R, Abbasi B. et al. Modified alternate-day fasting vs. calorie restriction in the treatment of patients with metabolic syndrome: A randomized clinical trial. *Complement Ther Med.* 2019; 47:102187. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.08.021>
20. Sandoval C, Santibañez S, Villagrán F. Effectiveness of intermittent fasting to potentiate weight loss or muscle gains in humans younger than 60 years old: a systematic review. *Int J Food Sci Nutr.* 2021;72(6):734-745. <https://doi.org/10.1080/09637486.2020.1868412>
21. Sutton EF, Beyl R, Early KS, Cefalu WT, Ravussin E, Peterson CM. Early Time-Restricted Feeding Improves Insulin Sensitivity, Blood Pressure, and Oxidative Stress Even without Weight Loss in Men with Prediabetes. *Cell Metab.* 2018; 27(6):1212-1221.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.04.010>.
22. Senoner T, Dichtl W. Oxidative Stress in Cardiovascular Diseases: Still a Therapeutic Target? *Nutrients.* 2019; 11(9):2090. <https://doi.org/10.3390/nu11092090>.
23. Currenti W, Godos J, Castellano S. et al. Association between Time Restricted Feeding and Cognitive Status in Older Italian Adults. *Nutrients.* 2021; 13(1):191. <https://doi.org/10.3390/nu13010191>.

24. Lee JH, Verma N, Thakkar N, Yeung C, Sung HK. Intermittent Fasting: Physiological Implications on Outcomes in Mice and Men. *Physiology* 2020; 35(3):185-195. <https://doi.org/10.1152/physiol.00030.2019>.
25. Waldman HS, Renteria LI, McAllister MJ. Time-restricted feeding for the prevention of cardiometabolic diseases in high-stress occupations: a mechanistic review. *Nutr Rev.* 2020; 78(6):459-464, <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz090>.
26. Williamson E, Moore DR. A Muscle-Centric Perspective on Intermittent Fasting: A Suboptimal Dietary Strategy for Supporting Muscle Protein Remodeling and Muscle Mass? *Front Nutr* 2021; 8: 640621. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.640621>.
27. Daas MC, de Roos NM. Intermittent fasting contributes to aligned circadian rhythms through interactions with the gut microbiome. *Benef Microbes.* 2021; 12(2):147-161. <https://doi.org/10.3920/bm2020.0149>.
28. Liu K, Liu B, Heilbronn LK. Intermittent fasting: What questions should we be asking? *Physiol Behav.* 2020; 218:112827. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112827>.
29. Gabel K, Cienfuegos S, Kalam F, Ezpeleta M, Varady KA. Time-Restricted Eating to Improve Cardiovascular Health. *Curr Atheroscler Rep.* 2021; 23(5):22. <https://doi.org/10.1007/s11883-021-00922-7>.
30. Teong XT, Heilbronn LK. Evidence gaps and potential roles of intermittent fasting in the prevention of chronic diseases. *Exp Gerontol.* 2021; 153:111506. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111506>.
31. Morales-Suarez-Varela M, Collado Sánchez E, Peraita-Costa I, Llopis-Morales A, Soriano JM. Intermittent Fasting and the Possible Benefits in Obesity, Diabetes, and Multiple Sclerosis: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Nutrients.* 2021; 13(9):3179. <https://doi.org/10.3390/nu13093179>
32. Wang X, Yang Q, Liao Q, et al. Effects of intermittent fasting diets on plasma concentrations of inflammatory biomarkers: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition.* 2020; 79-80:110974. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110974>.
33. Templeman I, Gonzalez JT, Thompson D, Betts JA. The role of intermittent fasting and meal timing in weight management and metabolic health. *Proc Nutr Soc.* 2020 26; 79(1):76–87. <https://doi.org/10.1017/s0029665119000636>.
34. Gasmi M, Sellami M, Denham J, et al. Time-restricted feeding influences immune responses without compromising muscle performance in older men. *Nutrition.* 2018; 51-52:29–37. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.12.014>.
35. Fantì M, Mishra A, Longo VD, Brandhorst S. Time-Restricted Eating, Intermittent Fasting, and Fasting-Mimicking Diets in Weight Loss. *Curr Obes Rep.* 2021; 10 (2):70–80. <https://doi.org/10.1007/s13679-021-00424-2>.
36. Mirmiran P, Bahadoran Z, Gaeini Z, Moslehi N, Azizi F. Effects of Ramadan intermittent fasting on lipid and lipoprotein parameters: An updated meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2019; 29 (9):906-915. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2019.05.056>.
37. Abdellatif M, Sedej S. Cardiovascular benefits of intermittent fasting. *Cardiovasc Res.* 2020; 116(3):e36-38. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa022>.
38. Rynders CA, Thomas EA, Zaman A, Pan Z, Catenacci VA, Melanson EL. Effectiveness of Intermittent Fasting and Time-Restricted Feeding Compared to Continuous Energy Restriction for Weight Loss. *Nutrients.* 2019; 11(10):2442. <https://doi.org/10.3390/nu1102442>.
39. Moon S, Kang J, Kim SH, et al. Beneficial Effects of Time-Restricted Eating on Metabolic Diseases: A Systemic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2020; 12(5):1267. <https://doi.org/10.3390/nu12051267>.
40. Kolbe I, Oster H. Chronodisruption, metabolic homeostasis, and the regulation of inflammation in adipose tissues. *Yale J Biol Med.* 2019; 92(2):317–325.
41. Su J, Wang Y, Zhang X, et al. Remodeling of the gut microbiome during Ramadan-associated intermittent fasting. *Am J Clin Nutr.* 2021; 113(5):1332-1342. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa388>
42. Ravussin E, Beyl RA, Poggiogalle E, Hsia DS, Peterson CM. Early Time-Restricted Feeding Reduces Appetite and Increases Fat Oxidation But Does Not Affect Energy Expenditure in Humans. *Obesity.* 2019;27(8):1244-1254, <https://doi.org/10.1002/oby.22518>.
43. Chaix A, Manoogian ENC, Melkani GC, Panda S. Time-Restricted Eating to Prevent and Manage Chronic Metabolic Diseases. *Annu Rev Nutr.* 2019; 39(1):291-315. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-082018-124320>.
44. Mogensen CS, Færch K, Bruhn L et al. Timing and Frequency of Daily Energy Intake in Adults with Prediabetes and Overweight or Obesity and Their Associations with Body Fat. *Nutrients.* 2020; 12(11):3484. <https://doi.org/10.3390/nu12113484>.
45. Adafer R, Messaadi W, Meddahi M, et al. Food Timing, Circadian Rhythm and Chrononutrition: A Systematic Review of Time-Restricted Eating's Effects on Human Health. *Nutrients.* 2020; 12(12):3770. <https://doi.org/10.3390/nu12123770>
46. Peeke PM, Greenway FL, Billes SK, Zhang D, Fujioka K. Effect of time restricted eating on body weight and fasting glucose in participants with obesity: results of a randomized, controlled, virtual clinical trial. *Nutr Diabetes.* 2021;11(1):6. <https://doi.org/10.1038/s41387-021-00149-0>.
47. Enríquez Guerrero A, San Mauro Martín I, Garicano Vilar E, Camina Martín MA. Effectiveness of an intermittent fasting diet versus continuous energy restriction on anthropometric measurements, body composition and lipid profile in overweight and

- obese adults: a meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2021; 9;75(7):1024–1039. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-00821-1>.
48. Queiroz JDN, Macedo RCO, Tinsley GM, Reischak-Oliveira A. Time-restricted eating and circadian rhythms: the biological clock is ticking. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2021; 61(17):2863-2875. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1789550>.
49. Zubrzycki A, Cierpka-Kmiec K, Kmiec Z, Wronska A. The role of low-calorie diets and intermittent fasting in the treatment of obesity and type-2 diabetes. *J Physiol Pharmacol.* 2018;69(5):663-683. <https://doi.org/10.26402/jpp.2018.5.02>.
50. Attinà A, Leggeri C, Paroni R *et al.* Fasting: How to Guide. *Nutrients.* 2021; 13(5):1570. <https://doi.org/10.3390/nu13051570>.
51. Cho Y, Hong N, Kim KW *et al.* The Effectiveness of Intermittent Fasting to Reduce Body Mass Index and Glucose Metabolism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2019;8(10):1645. <https://doi.org/10.3390/jcm8101645>.
52. Mladenovic Djordjevic A, Loncarevic-Vasiljkovic N, Gonos ES. Dietary Restriction and Oxidative Stress: Friends or Enemies? *Antioxid Redox Signal.* 2021; 34(5):421-438. <https://doi.org/10.1089/ars.2019.7959>.
53. Duregon E, Pomatto-Watson LCDD, Bernier M, Price NL, de Cabo R. Intermittent fasting: from calories to time restriction. *Geroscience.* 2021;43(3):1083-1092. <https://doi.org/10.1007/s11357-021-00335-z>.
54. Andriessen C, Schrauwen P, Hoeks J. The importance of 24-h metabolism in obesity-related metabolic disorders: opportunities for timed interventions. *Int J Obes (Lond).* 2021; 45(3):479-490. <https://doi.org/10.1038/s41366-020-00719-9>.
55. Jones R, Pabla P, Mallinson J *et al.* Two weeks of early time-restricted feeding (eTRF) improves skeletal muscle insulin and anabolic sensitivity in healthy men. *Am J Clin Nutr.* 2020; 112(4):1015–1028. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa192>
56. Rajpal A, Ismail-Beigi F. Intermittent fasting and 'metabolic switch': Effects on metabolic syndrome, prediabetes and type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab.* 2020; 22(9):1496–510, <https://doi.org/10.1111/dom.14080>.
57. Jamshed H, Beyl RA, Della Manna DL, Yang ES, Ravussin E, Peterson CM. Early Time-Restricted Feeding Improves 24-Hour Glucose Levels and Affects Markers of the Circadian Clock, Aging, and Autophagy in Humans. *Nutrients.* 2019; 11(6):1234 <https://doi.org/10.3390/nu11061234>.

Recibido: 14/11/2022  
Aceptado: 01/03/2023

## Compuestos bioactivos de canela y su efecto en la disminución del síndrome metabólico: revisión sistemática

Fernanda Riós<sup>1</sup> , Aurora Quintero<sup>1</sup> , Javier Piloni<sup>1</sup> , Raquel Cariño<sup>2</sup> , Abigail Reyes<sup>2</sup> .

**Resumen: Compuestos bioactivos de canela y su efecto en la disminución del síndrome metabólico: revisión sistemática.**

**Introducción.** El síndrome metabólico (SM) aumenta el ingreso hospitalario y el riesgo de desarrollar COVID-19, los fármacos utilizados para su tratamiento ocasionan efectos secundarios por lo que se ha optado por la búsqueda de alternativas terapéuticas a base de compuestos bioactivos contenidos en plantas medicinales. La canela se utiliza como agente terapéutico debido a sus propiedades comprobadas con diversos mecanismos de acción reportados en el tratamiento de varias patologías. **Objetivo.** Documentar los estudios *in vitro*, *in vivo*, estudios clínicos y los mecanismos de acción reportados del efecto de la administración de extractos y polvo de canela en las comorbilidades relacionadas con el SM. **Materiales y métodos.** Revisión sistemática de artículos en bases de datos electrónicas, incluyendo estudios de canela en polvo, extractos acuosos, de acetato de etilo y metanol de la corteza de canela, período de 5 años, excluyendo todo artículo relacionado a su efecto antimicrobiano, antifúngico y aceite de canela. **Resultados.** Las evidencias de los principales compuestos bioactivos contenidos en la canela validan su potencial en el tratamiento de enfermedades relacionadas al SM, con limitados estudios que indagan en los mecanismos de acción correspondientes a sus actividades biológicas. **Conclusiones.** Las evidencias de las investigaciones validan su potencial en el tratamiento de estas patologías, debido a sus principales compuestos bioactivos: cinamaldehído, transcinamaldehído, ácido cinámico, eugenol y, antioxidantes del tipo proantocianidinas A y flavonoides, los cuales participan en diversos mecanismos de acción que activan e inhiben enzimas, con efecto hipoglucemiante (quinasa y fosfatasa), antiobesogénico (UPC1), antiinflamatorio (NOS y COX), hipolipemiante (HMG-CoA) y antihipertensivo (ECA). **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 74-85.**

**Palabras clave:** canela, síndrome metabólico, compuestos bioactivos.

**Abstract: Bioactive compounds of cinnamon and their effect on decreasing metabolic syndrome: systematic review.**

**Introduction.** Metabolic syndrome (MS) increases hospital admission and the risk of developing COVID-19. Due to the side effects caused by the drugs used for its treatment, the search for therapeutic alternatives based on bioactive compounds contained in medicinal plants has been chosen. Cinnamon is used as a therapeutic agent due to its proven properties with various mechanisms of action reported in the treatment of various pathologies. **Objective.** To document the *in vitro* and *in vivo* studies, clinical studies and the mechanisms of action reported on the effect of the administration of cinnamon extracts and powder on comorbidities related to MS. **Materials and methods.** Systematic review of articles in electronic databases, including studies of cinnamon powder, aqueous extracts, ethyl acetate and methanol from cinnamon bark, over a period of 5 years, excluding all those articles related to its antimicrobial, antifungal and antimicrobial effect. cinnamon oil. **Results.** The evidence of the main bioactive compounds contained in cinnamon validates its potential in the treatment of diseases related to MS, with limited studies that investigate the mechanisms of action corresponding to its biological activities. **Conclusions.** Research evidence validates its potential in the treatment of these pathologies, due to its main bioactive compounds: cinnamaldehyde, transcinnamaldehyde, cinnamic acid, eugenol, and antioxidants of the proanthocyanidin A type and flavonoids, which participate in various mechanisms of action that activate and they inhibit enzymes, with hypoglycemic (kinase and phosphatase), antiobesogenic (UPC1), anti-inflammatory (NOS and COX), lipid-lowering (HMG-CoA) and antihypertensive (ACE) effects. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(1): 74-85.**

**Keywords:** cinnamon, metabolic syndrome, bioactive compounds.

### Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el síndrome metabólico como una condición patológica caracterizada por presentar obesidad, resistencia a la insulina, hipertensión e hiperlipidemia. Se estima que una cuarta parte de la población mundial la padecen (1), aumentando el ingreso hospitalario, contagio de COVID-19 (2,3) y la muerte (4,5). Hasta el momento no existe un tratamiento para este síndrome, solo

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Avenida Universidad Km. 1 s/n Exhacienda Aquetzalpa, 43600 Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Mexico. <sup>2</sup>Laboratorio de Química Médica y Farmacología, Biología de la Reproducción Centro de Investigación, Departamento de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Mexico. <sup>3</sup>Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Avenida Manuel Nava No. 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, Mexico.  
Autor para la correspondencia: Aurora Quintero Lira, E-mail: [aurora\\_quintero1489@uaeh.edu.mx](mailto:aurora_quintero1489@uaeh.edu.mx)

se controla y previene mediante un régimen dietético, actividad física y medicamentos; sin embargo, la población mexicana tiene poca adherencia a este (6,7) y debido al confinamiento ocasionado por el COVID-19 este se ha incrementado (8); además la ingesta constante de medicamentos, ocasiona efectos secundarios que afectan la calidad de vida del paciente (9-20), surgiendo el interés por tratamientos no farmacológicos mediante compuestos bioactivos (21,22). La OMS estima que el 80% de la población mundial utilizan extractos de plantas para tratar sus problemas de salud (23-24), entre las que destacan las especias (3,24) que presentan capacidad de disminuir la glucosa en sangre (25-28) y el colesterol total (29-31). La canela se consume en todo el mundo (3,32,33) y se utiliza en inflamación, náuseas, flatulencias, cólicos (34), fiebre, dolor de cabeza y amenorrea (35), además se le atribuyen múltiples propiedades biológicas (22,36) por los compuestos bioactivos que contiene entre los que destacan los polifenoles contenidos en un 90 % y el cinamaldehído entre un 60-75 %, otros constituyentes importantes incluyen el metileugenol, felandreno, benzaldehído, acetato de cinamilo, kaempferol, catequina, isorhamnetin, quercetina (23,37), ácido cinámico, alcohol de cinamilo y cumarina (38), además contiene vitaminas (A, B, K y C), minerales como: potasio, calcio, sodio, magnesio, manganeso, fósforo, colina, nitrógeno, cobre, hierro y zinc (39) y antioxidantes (40) que se pueden encontrar en forma volátil como: trans-cinnamaldehído, cis-cinnamaldehído, eugenol, linalol, borneol, carvacrol, citral, limoneno, cimeno, safrol, alcohol cinnamílico, cariofileno, benzaldehído, pineno, acetato de L-bornilo y terpineol y en forma de fenoles como: ácido gálico, ácido vanílico, ácido clorogénico, ácido tánico, ácido cinámico, ácido sirínico, ácido sinapico, ácido cafeico, ácido cumarico, ácido p-hidroxibenzoico, p-hidroxibenzaldehído y ácido ferúlico (41), además de altos niveles de diferentes compuestos fitoquímicos con acciones captadoras de radicales libres, como:

epicatequina, canfeno, gamma-terpineno, fenol, ácido salicílico, taninos, proantocianidinas, oligómeros de las catequinas y epicatequina. Por lo que esta revisión tiene como objetivo documentar los estudios *in vitro*, *in vivo*, clínicos y los mecanismos de acción reportados del efecto de la administración de canela en las comorbilidades relacionadas con el Síndrome Metabólico.

## Materiales y métodos

Se realizó una revisión sistemática en base a la metodología "PRISMA" (42), la cual comenzó con la búsqueda de artículos en las siguientes bases de datos: PubMed, Science Direct y Google Scholar, mediante las siguientes palabras clave: "Cinnamomum", "hipertensión", "diabetes", "obesidad" y "dislipidemia", en un período desde Julio a Octubre de 2020, realizando una búsqueda inicial que consistió en la lectura de los títulos y *abstracts*, si parecían tener relación con el tema en cuestión se descargaban en pdf, obteniendo un total de 123 artículos, a los cuales se les aplicaron los siguientes criterios de inclusión para su selección:

a) Artículos originales de *Open Access*, b) Publicados de 2015 a 2020, c) Artículos publicados en inglés y d) Artículos que incluyeran al menos un grupo control y como criterios de exclusión se establecieron los siguientes: a) Artículos relacionados con su efecto antimicrobiano, antifúngico y aceite de canela, b) Artículos sin el archivo pdf disponible, c) Artículos publicados fuera del rango establecido (2015-2020) y d) Artículos de revisión.

De esta forma se obtuvieron un total de 60 artículos, de los cuales 13 corresponden a estudios *in vitro*, 25 *in vivo*, 20 clínicos y 2 investigaciones realizadas con modelos tanto *in vitro* como *in vivo*, los cuales se presentan en la Tabla 1, indicando el tipo de estudio (*in vitro*, *in vivo* o estudio clínico), la forma en que utilizaron la canela (extracto, polvo obtenido con molienda, cápsulas, té o fracciones del mismo), la especie y los compuestos bioactivos que en el artículo consideran que son responsables del efecto relacionado a las comorbilidades del síndrome metabólico.

**Tabla 1.** Estudios reportados con intervención de canela *in vivo*, *in vitro* y ensayos clínicos.

| Efecto                        | Compuestos bioactivos   | Especie                                       | Extracto   | Estudio                   | Referencia                             |
|-------------------------------|---|---|--|---------------------------|--|
| Hipoglucemiante               | Cinnamtannin B1, Proantocianidina, polifenoles, flavonoides, fenoles, cinamaldehído y fibra   | <i>zeylanicum</i>                             | Fracciones solubles en: hexano, acetato de etilo, butanol y agua | <i>In vitro</i>           | (61-63,105,106)                        |
|                               |   | <i>zeylanicum osmophloeum</i>                 | Polvo (molienda) Extracto en etanol, metanol, acetona y acuoso   | <i>In vivo</i>            | (3,12,65,66,68, 69,107,108)            |
|                               |   | <i>cassia burmannii zeylanicum</i>            | Extracto acuoso Té Polvo-cápsulas                                | Clínicos                  | (49,70,109,72-76, 78-80)               |
| Antiobesogénico               | Cinamaldehído   | <i>zeylanicum</i>                             | Polvo (molienda) Extracto en etanol y acuoso                     | <i>In vivo</i>            | (12,27,83-85)                          |
|                               |   | <i>cassia</i>                                 | Extracto acuoso  | <i>In vitro</i> y clínico | (110)                                  |
|                               |   | <i>burmannii</i>                              | Extracto acuoso Polvo-cápsulas                                   | Clínico                   | (49,72,73,91)                          |
| Antiinflamatorio              | Cinamaldehído, transcinamaldehído, proantocinidina A, e-cinamaldehído, o-metoxicinamaldehído, alcohol cinamilico, benzoato de bencilo, eugenol, ácido cinámico y cinamaldehído. | <i>zeylanicum cassia japonicum sieb verum</i> | Extracto en metanol, acuoso y en etanol                          | <i>in vitro</i>           | (35,86,87)                             |
|                               |   | <i>zeylanicum</i>                             | Extracto acuoso, en etanol y metanol                             | <i>in vivo</i>            | (88-91)                                |
|                               |   | <i>cassia zeylanicum</i>                      | Polvo-cápsulas   | Clínico                   | (58,71,92)                             |
|                               |   |   |  |                           |  |
| Sobre el metabolismo lipídico | Cinamato y polifenoles  | <i>zeylanicum</i>                             | Extracto en etanol y diclorometano                               | <i>in vitro</i>           | (33,93)                                |
|                               |   | <i>cassia zeylanicum</i>                      | Polvo (molienda)   | <i>in vivo</i>            | (12,27,107,111, 40,61,65,83,84, 94-96) |
|                               |   | <i>cassia burmannii tamala</i>                | Extracto acuoso Polvo (molienda) y cápsulas                      | Clínico                   | (49,70-73,98-100)                      |
| Antihipertensivo              | Cinamaldehído, eugenol y potasio  | <i>zeylanicum</i>                             | Extracto en metanol  | <i>in vitro</i>           | (102)                                  |
|                               |   | <i>zeylanicum</i>                             | Extracto acuoso y en etanol                                      | <i>in vivo</i>            | (103,107)                              |
|                               |   | <i>burmannii zeylanicum cassia</i>            | Té, extracto acuoso Polvo-cápsulas y disuelto en agua 42-45 °C.  | Clínico                   | (20,71- 73,99,103,111,112)             |

## Resultados

### Características generales de la canela

La canela es una especia obtenida de la corteza seca de los árboles del género *Cinnamomum* (43) el cual se compone de aproximadamente 250 especies (44), comprendiendo cuatro especies principales *zeylanicum*, *burmanni*, *saigon* y *cassia* (32,45,46). Proporciona proteínas, fibra, componentes volátiles, vitaminas (A, B, K y C), minerales como potasio, calcio, sodio, magnesio, manganeso, fósforo, colina, nitrógeno, cobre, hierro y zinc (39). Contiene antioxidantes como fenoles, glucósidos y taninos (47), además de compuestos bioactivos a los cuales se les han comprobado los siguientes efectos en la salud humana: aumento del flujo sanguíneo, antimutagénico, antitumoral, hipoglucemiante, antilipemiante, antimicrobiano, diarrea, flatulencias, asma, bronquitis, infecciones, regeneración de tejidos, antiinflamatoria, hepatoprotectora y pérdida de peso (32,48,57,58,49-56). La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos declaró que la canela es considerada como segura (GRAS). Además, estudios realizados sobre su toxicidad (41,59,60) indican que es un ingrediente seguro para usar en alimentos y está permitido como conservante en la mayoría de los países con efectos protectores contra toxinas naturales y químicas.

### Efecto hipoglucemiante

La canela ha comprobado la reducción de hiperglucemia post prandial *in vitro* causada principalmente por la gran cantidad de antioxidantes que contiene (61) que producen actividad de anti amilasa moderada (62), como las proantocinidinas y taninos que disminuyen la resistencia a la insulina y leptina (63), mientras que el aldehído cinámico y eugenol inhiben la enzima  $\alpha$  glucosidasa (64). En estudios *in vivo* el extracto etanólico de *Cinnamomum zeylanicum* redujo 11.6 % el nivel de glucosa y aumentó 7,2 % el nivel de insulina en ratas, atribuyendo este efecto a la acción

del trans-cinamaldehído presente en la canela (3). En inducción de diabetes con estreptozotocina (STZ) (65,66) y aloxano (12,67) el extracto etanólico de *Cinnamomum zeylanicum* y extracto de *Cinnamomum osmophloeum* disminuyeron el nivel de glucosa en sangre y hemoglobina glucosilada, ocasionado por las proantocinidinas tipo A, también se reporta la restauración del tejido renal y pancreático con extracto metanólico de canela (68). En diabetes gestacional el cinamaldehído aumentó la secreción y sensibilidad de la insulina (69). Los estudios clínicos reportan disminución significativa de glucosa posprandial y hemoglobina glicosilada tanto en pacientes sanos, como prediabéticos y diabéticos con dosis de 500 mg de extracto acuoso, 1,5 y 3 g de polvo en cápsulas al día (70-77). Estudios adicionales reportan eficacia con ingesta de 0.5 g y 1 g de canela en polvo durante 3 meses en pacientes con DT2 (Diabetes Tipo 2) mal controlados (78,79) y pacientes con obesidad (49), atribuyendo este efecto a los antioxidantes (76,78-80), catequinas y epicatequina (81) y cinamaldehído (74).

### Efecto antiobesogénico

La canela demuestra con ensayos *in vitro* un aumento en el gasto de energía a través de las células musculares (82), en estudios *in vivo* se han determinado factores genéticos asociados con la obesidad a través de la disminución de sus características genotípicas y fenotípicas, como la investigación realizada por Navrinder *et al.* quien evaluó estos parámetros en pez cebra, encontrando la disminución del peso corporal e índice de masa corporal (IMC) atribuyendo este efecto a la presencia de polifenoles (83). Mientras que en modelos *in vivo* realizados en ratas, autores como Lopes *et al.* sugieren que el extracto acuoso de canela atenuó el proceso lipogénico a través de la regulación de la expresión de factores transcripcionales y genes involucrados en la lipogénesis (84), mientras que autores como Kwan *et al.* refieren que el ácido protocatecúico, catequina, ácido clorogénico, esculetina, quercetina e icariinal contenidas en el extracto etanólico de canela *Cinnamomum cassia* induce el adipocito marrón, con lo que se reduce el peso corporal (85), caso similar al reportado por Song *et al.*, quien además encontraron que posiblemente el cinamaldehído ocasionó la disminución en el tamaño de los adipocitos y aumento de la masa muscular en ratones obesos (82), presentándose también en ratas hipotiroideas (27) y con diabetes (12). Los

estudios clínicos reportados incluyen cambios en la circunferencia de cintura y peso corporal (72), además de reducción en el IMC, relación cintura-cadera y adiposidad abdominal (49,73), efecto reportado también en pacientes con Diabetes tipo 2 (DT2) (18), donde además se observó aumento en la masa magra, siendo responsable de estos efectos los antioxidantes contenidos en la canela (12,81).

### Efecto antiinflamatorio

La actividad antiinflamatoria de la canela se ha informado en algunos estudios *in vitro* identificando diferentes compuestos bioactivos responsables, como al ácido cinámico, cinamaldehído (86), E-cinamaldehído, o-metoxicinamaldehído (35), trans-cinamaldehído y p-cimeno (87). Mientras que los estudios *in vivo* realizados en ratas reportan disminución en la expresión de diversos mediadores proinflamatorios (88), tras la inducción de una neurotoxicidad con formaldehído (89) y de un daño con acrilamida. Autores como Haidari *et al.* observaron reparación de lesión hepática, mientras que en presencia de dieta alta en fructosa y sobrepeso (90), mientras que Sohrabi *et al.* reportaron disminución de las condiciones inflamatorias (91). Min Seo *et al.* sugieren que la canela podría atenuar la inflamación intestinal (86). Estudios clínicos recientes demuestran reducción significativa de la inflamación en pacientes con DT2 (71) y reducción de gravedad y duración de migraña (92).

### Efectos sobre el metabolismo lipídico

Existen pocos estudios *in vitro* reportados recientemente de la acción hipolipemiente de la canela, debido a que este efecto ya ha sido comprobado mediante la acción de las enzimas 3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A (HMG-CoA), reductasa, lipasa, colesterol esterasa y de la micelización del colesterol por el cinamaldehído (33). Hoy *et al.* identifica los compuestos cinamiloso butirato y cinnamaldehído como los responsables de la reducción de triglicéridos (TG) y fosfolípidos (PL) (93). La mayoría de los estudios *in vivo* reportados coinciden que tras la suplementación con canela mejoran los parámetros bioquímicos de los lípidos, a través de la disminución significativa en los niveles de colesterol y triglicéridos en plasma (84,94) presentándose tanto

con inducción de diabetes con aloxano (12), como con espectralozotocina, donde además se presentó disminución en lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (61) y aumento en las lipoproteínas de alta densidad (HDL) (65,95), además de disminución en la aparición de hígado graso (96). Diversos autores atribuyen estos efectos al aumento de expresión de genes relacionados con el metabolismo de los lípidos (22,83,97). Debido al efecto antihiperlipemiente y seguridad hepática comprobados, se han realizado varios estudios clínicos, observando los mismos resultados de disminución en los niveles de colesterol total, LDL, TG y el aumento de HDL en suero de forma significativa (70,73,98) en pacientes con sobrepeso y obesidad (49), mujeres con síndrome de ovarios poliquísticos (99), pacientes con DT2 (72,74) y pacientes con hipertensión grado 1 (100). Autores como Nayak *et al.* identifican al compuesto cinamaldehído como el responsable de los efectos hipolipidémicos asociados con el aumento en los niveles de adiponectina (101).

### Efecto antihipertensivo

El estudio *in vitro* de Ranjini *et al.* reportan que posiblemente el cinamaldehído y cinamato inhibieron significativamente la enzima convertidora de angiotensina (102), similar a la disminución que se obtiene al tomar el fármaco captopril; con lo que se promueve su uso en el control de la presión arterial y reducción de enfermedades cardiovasculares con menores efectos secundarios relacionados a los fármacos antihipertensivos (17-20). Los estudios *in vivo* reportados por Sedighi *et al.* así como la reducción de infarto al miocardio, a través de la mejora en la lesión miocárdica inducida por isquemia mediante extracto de *Cinnamomum zeylanicum* (103), así como el aumento en el grosor de la aorta encontrada por Nayak *et al.* efectos que se le atribuyen a la presencia de ácido cinámico, metileugenol y cinamaldehído (101). Con lo que se comprueba el potencial de la canela en la reversión de daño cardíaco y aterogénico. Los estudios clínicos reportados revelan la disminución significativa en la presión

arterial (72,91) en mujeres con hipertensión (104), pacientes con síndrome metabólico (73) y DT2 (74).

### Mecanismos de acción

De los 60 artículos consultados, 29 de ellos sugieren diferentes mecanismos de acción a través de los cuales los compuestos bioactivos de la canela median sus efectos en las comorbilidades relacionadas con el síndrome metabólico: diabetes, obesidad e inflamación los cuales se representan en la Figura 1 e hiperlipemiente y antihipertensivo en la Figura 2. En ambas figuras se observa que el compuesto cinamaldehído interviene en las cinco condiciones, presentando actividad hipoglucemiante al activar la enzima quinasa, permitiendo la unión de la insulina a las células, así como la inhibición de la enzima fosfatasa, conduciendo a una fosforilación

de la glucosa (5,48) y a la regulación del ácido ribonucleico mensajero (ARNm) del receptor gamma activado por el proliferador de peroxisomas (PPARG) mejorando la sensibilidad a la insulina (49). Con efecto antiobesogénico estimula el tejido adiposo pardo interescapular, aumentando el termogénico (UCP1) y proteína visceral que disminuye la distribución de grasa corporal (50). En inflamación suprime la enzima óxido nítrico sintasa (NOS) que relaja el músculo liso de la pared vascular e inhibe la adhesión de plaquetas provocando una disminución de la inflamación; y la enzima ciclooxigenasa (COX) inhibe la formación de sustancias inflamatorias (51,52). Como hipolipemiente inhibe la enzima HMG-CoA reductasa deteniendo la biosíntesis de colesterol en el hígado, suprimiendo la peroxidación lipídica (34,46,53,54) y tiene efecto sobre hipertensión al activar la enzima convertidora de angiotensina (ECA) que promueve las reacciones del sistema renina-angiotensina-aldosterona que inducen la dilatación de los vasos periféricos disminuyendo la presión arterial (55-57).

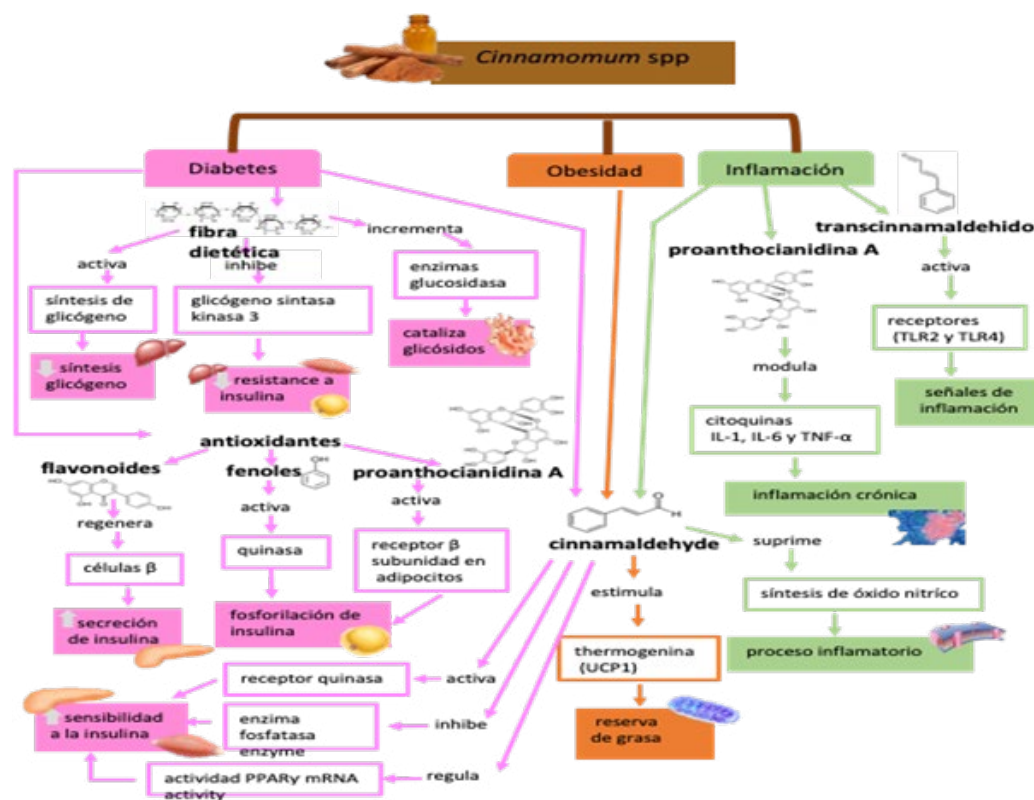
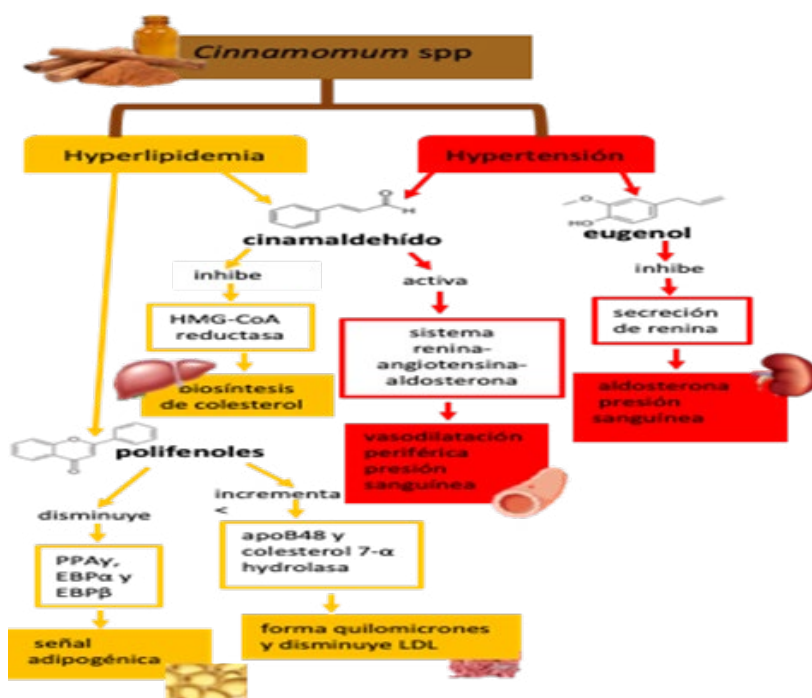


Figura 1. Mecanismos de acción de los compuestos bioactivos de la canela en las comorbilidades de diabetes, obesidad e inflamación. (Autoría propia)



**Figura 2.** Mecanismos de acción de los compuestos bioactivos de la canela en las comorbilidades de hiperlipidemia e hipertensión. (Autoría propia)

## Conclusiones

Este artículo de revisión recaba evidencias de investigaciones reportadas en modelos *in vivo*, *in vitro* y casos clínicos de canela, validando su potencial en el tratamiento de enfermedades relacionadas al síndrome metabólico, debido a sus principales compuestos bioactivos: cinamaldehído, trans-cinamaldehído, ácido cinámico, eugenol, y antioxidantes del tipo proantocianidinas A y flavonoides, los cuales participan en diversos mecanismos de acción que activan e inhiben enzimas con efecto hipoglucemiante (quinasa y fosfatasa), antiobesogénico (UPC1), antiinflamatorio (NOS y COX), hipolipemiente (HMG-CoA) y antihipertensivo (ECA), con lo que mejora la sensibilidad a la insulina, disminuye grasa corporal, disminuye e inhibe la formación de sustancias inflamatorias, suprime síntesis de colesterol e induce la dilatación sanguínea. Por lo que la canela demuestra su uso potencial como coadyuvante en el tratamiento de las comorbilidades del síndrome metabólico.

## Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no conflicto de intereses.

## Referencias

1. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep.* 2018;20 (2):12. doi: 10.1007/s11906-018-0812-z.
2. Denova-Gutiérrez E, López-Gatell H, Alomia-Zegarra JL, et al. The Association of Obesity, Type 2 Diabetes, and Hypertension with Severe Coronavirus Disease 2019 on Admission Among Mexican Patients. *Obesity (Silver Spring)* 2020;28(10):1826–1832. doi: 10.1002/oby.22946.
3. Jahangir MA, Shehzad A, Butt MS, Shahid M. Therapeutic Potential of Cinnamomum Zeylanicum Extract to Mitigate Hyperglycemia. *Ann King Edw Med Univ.* 2017; 23(2):225–234. doi: 10.21649/akemu.v23i2.1586
4. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2020. Características de las defunciones registradas en México durante Enero a Agosto de 2020. 2020. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2020\\_Pnles.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2020_Pnles.pdf)

5. Engin A. The definition and prevalence of obesity and metabolic syndrome. In: *Advances in Experimental Medicine and Biology*. Springer New York LLC; 2017. p. 1–17.
6. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2018. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 Presentación de resultados. 2018. Disponible en: [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf)
7. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2020. Módulo De Práctica Deportiva y Ejercicio Físico. Comun Prensa. 2022;1–13. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/moprade/moprade2021.pdf>
8. López M de la T, Bellido D, Monereo S, Lecube A, Sánchez E, Tinahones FJ. Ganancia de peso durante el confinamiento por la COVID-19; encuesta de la Sociedad Española de Obesidad | López de la Torre | BMI-Journal. *Bariátrica & Metabólica Ibero-Americana*. 2020;10:2774–82.
9. Suh S. Metformin-associated lactic acidosis. *Endocrinol Metab*. 2015;30(1):45–6.
10. Dujic T, Causevic A, Bego T, Malenica M, Velija-Asimi Z, Pearson ER, Semiz S. Organic cation transporter 1 variants and gastrointestinal side effects of metformin in patients with Type 2 diabetes. *Diabet Med*. 2016;33(4):511–4.
11. McCreight LJ, Bailey CJ, Pearson ER. Metformin and the gastrointestinal tract. *Diabetologia*. 2016;59(3):426–35.
12. Beji RS, Khemir S, Wannes WA, Ayari K, Ksouri R. Antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant influences of the spice cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) in experimental rats. *Brazilian J Pharm Sci*. 2018;54(2):2–9.
13. Du Souich P, Roederer G, Dufour R. Myotoxicity of statins: Mechanism of action. *Pharmacol Ther*. 2017 Jul 1;175:1–16.
14. Goldstein LB. Adverse effects of statins. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2017;317(10):1079–81.
15. Karahalil B, Hare E, Koç G, Uslu İ, Şentürk K, Özkan Y. Hepatotoxicity associated with statins. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2017;68(4):254–60.
16. Bellosta S, Corsini A. Statin drug interactions and related adverse reactions: an update. *Expert Opin Drug Saf*. 2018;17(1):25–37.
17. Abd Allah ESH, Gomaa AMS. Effects of curcumin and captopril on the functions of kidney and nerve in streptozotocin-induced diabetic rats: Role of angiotensin converting enzyme 1. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40(10):1061–7.
18. Zamani Z, Nematbakhsh M, Eshraghi-Jazi F, Talebi A, Jilanchi S, Navidi M, Shirdavani S, and Ashrafi F. Effect of enalapril in cisplatin-induced nephrotoxicity in rats; gender-related difference. *Adv Biomed Res*. 2016;5(1):1–8.
19. Kataria V, Wang H, Wald JW, Phan YL. Lisinopril-Induced Alopecia: A Case Report. *J Pharm Pract*. 2017;30(5):562–6.
20. Sobczuk P, Szczylik C, Porta C, Czarnecka AM. Renin angiotensin system deregulation as renal cancer risk factor. *Oncol Lett*. 2017;14(5):5059–68.
21. Cicero AFG, Colletti A. Role of phytochemicals in the management of metabolic syndrome. *Phytomedicine*. 2016;23(11):1134–44.
22. Kassae SM, Goodarzi MT, Roodbari NH, Yaghmaei P. The effects of *Cinnamomum zeylanicum* on lipid profiles and histology via up-regulation of LDL receptor gene expression in hamsters fed a high cholesterol diet. *Jundishapur J Nat Pharm Prod*. 2017;12(3):37340–8.
23. Anand V, Varalakshmi, Prasana, Kumar S, Pushpa, Hedina A. *Cinnamomum zeylanicum* Linn. The spice with multi potential. *Syst Rev Pharm*. 2016;7(1):24–9.
24. Lu QY, Summanen PH, Lee RP, Huang J, Henning SM, Heber D, et al. Prebiotic Potential and Chemical Composition of Seven Culinary Spice Extracts. *J Food Sci*. 2017;82(8):1807–13.
25. Bi X, Lim J, Henry CJ. Spices in the management of diabetes mellitus. *Food Chem*. 2017;217:281–93.
26. Ge Q, Chen L, Chen K. Treatment of Diabetes Mellitus Using iPS Cells and Spice Polyphenols. *J Diabetes Res*. 2017;2017. 5837804.
27. Lopes BP, Gaique TG, Souza LL, Paula GSM, Kluck GEG, Atella GC, Pazos-Moura CC and Oliveira KJ. Beneficial effects of Cinnamon on hepatic lipid metabolism are impaired in hypothyroid rats. *J Funct Foods*. 2018;50:210–5.
28. Mohammed A, Islam MS. Spice-derived bioactive ingredients: Potential agents or food adjuvant in the management of diabetes mellitus. *Front Pharmacol*. 2018;22;9.
29. McCrea CE, West SG, Kris-Etherton PM, Lambert JD, Gaugler TL, Teeter DL, Sauder KA, Gu Y, Glisan SL, and Skulas-Ray AC. Effects of culinary spices and psychological stress on postprandial lipemia and lipase activity: Results of a randomized crossover study and *in vitro* experiments. *J Transl Med*. 2015;16;13(1).
30. Mukthamba P, Srinivasan K. Hypolipidemic influence of dietary fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds and garlic (*Allium sativum*) in experimental myocardial infarction. *Food Funct*. 2015;6(9):3117–3125. doi: 10.1039/c5fo00240k.
31. Ghaffari S, Roshanravan N. Saffron; An updated review on biological properties with special focus on cardiovascular effects. *Biomed Pharmacother*. 2019;109:21–7.
32. Kumar S, Kumari R, Mishra S. Pharmacological properties and their medicinal uses of Cinnamomum: a review. *J Pharm Pharmacol*. 2019;71(12):1735–61.
33. Abeysekera WPKM, Arachchige SPG, Ratnasooriya WD. Bark Extracts of Ceylon Cinnamon Possess Antilipidemic Activities and Bind Bile Acids *In Vitro*. Evidence-based Complement Altern Med. 2017;2017.
34. Mazimba O, Wale K, T.E. K, Mihigo SO, y Kokengo B. *Cinnamomum verum*: Ethylacetate and methanol extracts antioxidant and antimicrobial activity. *J Med Plants Stud*. 2015;3:28–32.

35. Gunawardena D, Karunaweera N, Lee S, Van Der Kooy F, Harman DG, Raju R, Bennerr L, Gyengesi E, Sucher NJ and Munch G. Anti-inflammatory activity of cinnamon (*C. zeylanicum* and *C. cassia*) extracts - Identification of E-cinnamaldehyde and o-methoxy cinnamaldehyde as the most potent bioactive compounds. *Food Funct.* 2015;6(3):910–9.
36. Balijepalli MK, Buru AS, Sakirolla R, Pichika MR. Cinnamomum genus: A review on its Biological Activities. *Int J Pharm Pharm Sci.* 2017;9:1–11.
37. Hussain Z, Khan JA, Arshad A, Asif P, Rashid H, Arshad MI. Protective effects of *Cinnamomum zeylanicum* L. (*Darchini*) in acetaminophen-induced oxidative stress, hepatotoxicity and nephrotoxicity in mouse model. *Biomed Pharmacother.* 2019;109:2285–92.
38. Shimna K, Krishnamurthy KS, Shamina A. Coumarin, essential oil and total phenol levels in bark and leaves of cinnamomum species. *J Plant Crop.* 2017;45(3):200–5.
39. Maiti R, González RH, Kumari CHA, Sarkar NC. Macro and micro-nutrient contents of 18 medicinal plants used traditionally to alleviate diabetes in nuevo leon, northeast of Mexico. *Pakistan J Bot.* 2016;48(1):271–6.
40. Bastos MS, Del Vesco AP, Santana TP, Santos TS, de Oliveira Junior GM, Fernandes RPM, et al. The role of cinnamon as a modulator of the expression of genes related to antioxidant activity and lipid metabolism of laying quails. Kunze G, editor. *PLoS One.* 2017;12(12):1–15.
41. Muhammad DRA, Dewettinck K. Cinnamon and its derivatives as potential ingredient in functional food—A review. *Int J Food Prop.* 2017;20:1–27.
42. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336–41.
43. Tulini FL, Souza VB, Echalar-Barrientos MA, Thomazini M, Pallone EMJA, Favaro-Trindade CS. Development of solid lipid microparticles loaded with a proanthocyanidin-rich cinnamon extract (*Cinnamomum zeylanicum*): Potential for increasing antioxidant content in functional foods for diabetic population. *Food Res Int.* 2016;85:10–8.
44. Hammid. S. A, Assim Z, Ahmad F. Chemical composition of *Cinnamomum* species collected in Sarawak. *UKM Journal Article Repository.* 2016;45(4):627–32.
45. Liyanage T, Madhujith T, Wijesinghe KGG. Comparative study on major chemical constituents in volatile oil of true cinnamon (*Cinnamomum verum* Presl. syn. *C. zeylanicum* Blum.) and five wild cinnamon species grown in Sri Lanka. *Trop Agric Res.* 2017;28(3):270–80.
46. Shawky E, Selim DA. Rapid Authentication and Quality Evaluation of *Cinnamomum verum* Powder Using Near-Infrared Spectroscopy and Multivariate Analyses. *Planta Med.* 2018;84(18):1380–7.
47. Vakilwala M, Macan K, Tandel A. Phytochemical Screening, Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Cinnamon verum Bark. *Int J Innov Sci Res.* 2017;4(4):69–74.
48. Abou Khalil R, Rayane BA, Doumit S, Bitar J, Nasser R, Khoury E. Cinnamaldehyde and cinnamic acid from cinnamon bark (*Cinnamomum verum*) increase the binding of glucose to human albumin. *Biochim Clin.* 2018;42(2):112–118.
49. Zare R, Nadjarzadeh A, Zarshenas MM, Shams M, Heydari M. Efficacy of cinnamon in patients with type II diabetes mellitus: A randomized controlled clinical trial. *Clin Nutr.* 2019;38(2):549–556.
50. Alsoodeeri FN, Alqabbani HM, Aldossari NM. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum cassia*) Consumption on Serum Lipid Profiles in Albino Rats. *J Lipids.* 2020;2020:1–7.
51. Hadi A, Campbell MS, Hassani B, Pourmasoumi M, Salehi-sahlabadi A, Hosseini SA. The effect of cinnamon supplementation on blood pressure in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr ESPEN.* 2020;36:10–16.
52. Maruthamuthu R, Ramanathan K. Phytochemical Analysis of Bark Extract of *Cinnamomum verum*: A Medicinal Herb Used for the Treatment of Coronary Heart Disease in Malayali Tribes, Pachamalai Hills, Tamil Nadu, India. *Int J Pharmacogn Phytochem Res.* 2016;8(7):1218–1222.
53. Pratibha, Yadav SS, Bhandari U, Naik G. Antioxidant properties and phytochemical screening of commercial cinnamon bark. *Eur J Biomed Pharm Sci.* 2018;5(2):964–970.
54. Deyno S, Eneyew K, Seyfe S, Tuyiringire N, Peter EL, Muluye RA, et al. Efficacy and safety of cinnamon in type 2 diabetes mellitus and pre-diabetes patients: A meta-analysis and meta-regression. *Diabetes Research and Clinical Practice.* Elsevier Ireland Ltd; 2019:156.
55. Hendre AS, Sontakke A V., Patil SR, Phatak RS. Effect of cinnamon supplementation on fasting blood glucose and insulin resistance in patients with type 2 diabetes. *Pravara Med Rev.* 2019;11(2):4–8.
56. Mousavi SM, Karimi E, Hajishafiee M, Milajerdi A, Amini MR, Esmailzadeh A. Anti-hypertensive effects of cinnamon supplementation in adults: A systematic review and dose-response Meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020;60(18):3144–3154.
57. Namazi N, Khodamoradi K, Khamechi SP, Heshmati J, Ayati MH, Larijani B. The impact of cinnamon on anthropometric indices and glycemic status in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Complement Ther Med.* 2019;43:92–101.
58. Davari M, Hashemi R, Mirmiran P, Hedayati M, Sahranavard S, Bahreini S, Tavakoly R, and Talaei B. Effects of cinnamon supplementation on expression of systemic inflammation factors, NF-kB and Sirtuin-1 (SIRT1) in type 2 diabetes: A randomized, double blind, and controlled clinical trial. *Nutr J.* 2020;19(1):1–8.
59. Ranasinghe P, Jayawardena R, Pigera S, Wathurapatha WS, Weeratunga HD, Premakumara GAS, Katulanda P, Constantine GR, and Galappaththy P. Evaluation of

- pharmacodynamic properties and safety of *Cinnamomum zeylanicum* (Ceylon cinnamon) in healthy adults: A phase I clinical trial. *BMC Complement Altern Med.* 2017;17(1):550
60. Yun JW, You JR, Kim YS, Kim SH, Cho EY, Yoon JH, Kwon E, Ja-June J, Jin-Sung P, Hyoung-Chin K, Jeong-Hwan C, and Byeong-Cheol K. *In vitro* and *in vivo* safety studies of cinnamon extract (*Cinnamomum cassia*) on general and genetic toxicology. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2018;95:115–123.
61. Kassaee SM, Goodarzi MT, Oshaghi EA. Antioxidant, antiglycation and anti-hyperlipidemic effects of *Trigonella foenum* and Cinnamon in type 2 diabetic rats. *Jundishapur J Nat Pharm Prod.* 2018;13(1): e38414.
62. Abeysekera WPKM, Arachchige SPG, Abeysekera WKSM, Ratnasooriya WD, Medawatta HMUI. Antioxidant and Glycemic Regulatory Properties Potential of Different Maturity Stages of Leaf of Ceylon Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) *in Vitro*. *Evid-based Complement Altern Med.* 2019;2019.
63. Lin GM, Chen YH, Yen PL, Chang ST. Antihyperglycemic and antioxidant activities of twig extract from *Cinnamomum osmophloeum*. *J. Tradit Complement Med.* 2016;6(3):281–288.
64. Kaskoos RA. GC/MS Profile and in-vitro Antidiabetic Activity of *Cinnamomum zeylanicum* Blume., Bark and *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague, Seeds. *J Essent Oil Bear Plants.* 2019;22(2):535–544.
65. Sharafeldin K, Rizvi MR. Effect of traditional plant medicines (*Cinnamomum zeylanicum* and *Syzygium cumini*) on oxidative stress and insulin resistance in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Basic Appl Zool.* 2015;72:126–134.
66. Lin GM, Hsu CY, Chang ST. Antihyperglycemic activities of twig extract of indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) on high-fat diet and streptozotocin-induced hyperglycemic rats. *J Sci Food Agric.* 2018;98(15):5908–5915.
67. Rajasekhar C, Nayak N, Kokila BN, Rao UK, Vijayaraghavan S. Quantification and comparison of insulin sensitizing property of aqueous extract of *Cinnamomum zeylanicum* bark with rosiglitazone in steroid induced insulin resistance in wistar rats Quantification and comparison of insulin. *J Chem Pharm Res.* 2016;8:32–39.
68. Qusti S, El Rabey HA, Balashram SA. The Hypoglycemic and Antioxidant Activity of Cress Seed and Cinnamon on Streptozotocin Induced Diabetes in Male Rats. *Evid-based Complement Altern Med.* 2016;2016::5614564
69. Hosni AA, Abdel-Moneim AA, Abdel-Reheim ES, Mohamed SM, Helmy H. Cinnamaldehyde potentially attenuates gestational hyperglycemia in rats through modulation of PPAR $\gamma$ , proinflammatory cytokines and oxidative stress. *Biomed Pharmacother.* 2017;88:52–60.
70. Anderson RA, Zhan Z, Luo R, Guo X, Guo Q, Zhou J, et al. Cinnamon extract lowers glucose, insulin and cholesterol in people with elevated serum glucose. *J Tradit Complement Med.* 2016;6(4):332–336.
71. Tangvarasittichai S, Sanguanwong S, Sengsuk C, Tangvarasittichai Y. Effect of Cinnamon Supplementation on Oxidative Stress, Inflammation and Insulin Resistance in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Artic Int J Toxicol Pharmacol Res.* 2015;7 (4):158–164.
72. Crawford P, Thai C, Obholz J et al. Assessment of the effect of lifestyle intervention plus water-soluble cinnamon extract on lowering blood glucose in pre-diabetics, a randomized, double-blind, multicenter, placebo controlled trial: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2016;17(1):9
73. Gupta Jain S, Puri S, Misra A, Gulati S, Mani K. Effect of oral cinnamon intervention on metabolic profile and body composition of Asian Indians with metabolic syndrome: A randomized double-blind control trial. *Lipids Health Dis.* 2017;16(1):113
74. Sengsuk C, Sanguanwong S, Tangvarasittichai O, Tangvarasittichai S. Effect of cinnamon supplementation on glucose, lipids levels, glomerular filtration rate, and blood pressure of subjects with type 2 diabetes mellitus. *Diabetol Int.* 2016;7(2):124–132.
75. Shahid M, Khalid S, Waseem H. Therapeutic potential of Cinnamon against Glycemic Index among males and females. *Ann Res.* 2020; 1:24–29.
76. Romeo GR, Lee J, Mulla CM, Noh Y, Holden C, Lee BC. Influence of cinnamon on glycemic control in individuals with prediabetes: A randomized controlled trial. *J Endocr Soc.* 2020;4(11): bvaa094.
77. Wright CB, Calder S, Humphries L. Effect of cinnamon on postprandial glucose. *J Diabetes Res.* 2015;564(21):1–7.
78. Sahib AS. Anti-diabetic and antioxidant effect of cinnamon in poorly controlled type-2 diabetic Iraqi patients: A randomized, placebo-controlled clinical trial. *J Intercult Ethnopharmacol.* 2016;5(2):108–113.
79. Mirmiranpour H, Huseini HF, Derakhshanian H, Khodaii Z, Tavakoli-Far B. Effects of probiotic, cinnamon, and synbiotic supplementation on glycemic control and antioxidant status in people with type 2 diabetes; a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Diabetes Metab Disord.* 2020;19(1):53–60.
80. Tangvarasittichai S, Sanguanwong S, Sengsuk C, Tangvarasittichai O. Effect of Cinnamon Supplementation on Oxidative Stress, Inflammation and Insulin Resistance in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Int J Toxicol Pharmacol Res.* 2015;7(4):1–8.
81. Gupta Jain S, Puri S, Misra A, Gulati S, Mani K. Effect of oral cinnamon intervention on metabolic profile and body composition of Asian Indians with metabolic syndrome: A randomized double-blind control trial. *Lipids Health Dis.* 2017;16(1):113–124.
82. Song MY, Kang SY, Kang A, Hwang JH, Park YK, Jung HW. *Cinnamomum cassia* Prevents High-Fat Diet-Induced Obesity in Mice through the Increase of Muscle Energy. *Am J Chin Med.* 2017;45(5):1017–1031.

83. Kaur N, Chugh H, Tomar V, Sakharkar MK, Dass SK, Chandra R. Cinnamon attenuates adiposity and affects the expression of metabolic genes in Diet-Induced obesity model of zebrafish. *Artif Cells, Nanomedicine Biotechnol.* 2019;47(1):2930–2939.
84. Lopes BP, Gaique TG, Souza LL, Paula GSM, Kluck GEG, Atella GC, Gomes ANC, Simas NK, Kuster RM, Ortiga-Carvalho TM, Pazos-Moura CC, and Oliveira KJ. Cinnamon extract improves the body composition and attenuates lipogenic processes in the liver and adipose tissue of rats. *Food Funct.* 2015;6(10):3257–3265.
85. Kwan HY, Wu J, Su T, Chao XJ, Liu B, Fu X, Leung C, Hiu R, Kai A, Bin Q, Fong WF and Zhi-Ling Y. Cinnamon induces browning in subcutaneous adipocytes. *Sci Rep.* 2017;7(1):1–12.
86. Kim MS, Kim JY. Cinnamon subcritical water extract attenuates intestinal inflammation and enhances intestinal tight junction in a Caco-2 and RAW264.7 co-culture model. *Food Funct.* 2019;10(7):4350–4360.
87. Schink A, Naumoska K, Kitanovski Z, Kampf CJ, Fröhlich-Nowoisky J, Thines E, Poschl U, Schuppan D, and Lucas K. Anti-inflammatory effects of cinnamon extract and identification of active compounds influencing the TLR2 and TLR4 signaling pathways. *Food Funct.* 2018;9(11):5950–5964.
88. Hagenlocher Y, Hösel A, Bischoff SC, Lorentz A. Cinnamon extract reduces symptoms, inflammatory mediators and mast cell markers in murine IL-10-/- colitis. *J Nutr Biochem.* 2016;30:85–92.
89. Sayad-Fathi S, Zaminy A, Babaei P, Yousefbeyk F, Azizi N, Nasiri E. The methanolic extract of *cinnamomum zeylanicum* bark improves formaldehyde-induced neurotoxicity through reduction of phospho-tau (Thr231), inflammation, and apoptosis. *EXCLI J.* 2020;19:671–686.
90. Haidari F, Mohammadshahi M, Abiri B, Zarei M, Fathi M. Cinnamon extract supplementation improves inflammation and oxidative stress induced by acrylamide: An experimental animal study. *Avicenna J phytomed.* 2020;10(3):243–252.
91. Sohrabi M, Alahgholi-Hajibehzad M, Mahmoodian ZG, Siyar SAH, Zamani A. Effect of cinnamon and turmeric aqueous extracts on serum interleukin-17F level of high fructose-fed rats. *Iran J Immunol.* 2018;15(1):38–46.
92. Zareie A, Sahebkar A, Khorvash F, Bagherniya M, Hasanazadeh A, Askari G. Effect of cinnamon on migraine attacks and inflammatory markers: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Phyther Res.* 2020;34(11):2945–2952.
93. Hoi JK, Lieder B, Liebisch B, Czech C, Hans J, Ley JP, et al. TRPA1 Agonist Cinnamaldehyde Decreases Adipogenesis in 3T3-L1 Cells More Potently than the Non-agonist Structural Analog Cinnamyl Isobutyrate. *ACS Omega.* 2020;5(51):33305–33313.
94. Nwaka C, Onochie A, Nwaka A, Olisah M. Comparative studies on the effects of Zingiber officinale and Cinnamomum zeylanicum diets on the lipid profile, body weight, liver and kidney functions of male wistar rats. *IDOSR J Sci Res.* 2019;4(1):91–101.
95. Kassae SM, Goodarzi MT, Roodbari NH, Yaghmaei P. The effects of *Cinnamomum zeylanicum* on lipid profiles and histology via up-regulation of LDL receptor gene expression in hamsters fed a high cholesterol diet. *Jundishapur J Nat Pharm Prod.* 2017;12(3):e37340
96. Arisha SM, Sakr SA, Abd-Elhaseeb FR. *Cinnamomum zeylanicum* alleviate testicular damage induced by high fat diet in albino rats; histological and ultrastructural studies. *Heliyon.* 2020;6(11):67–83.
97. Bastos MS, Del Vesco AP, Santana TP, Santos TS, De Oliveira Junior GM, Fernandes RPM, et al. The role of cinnamon as a modulator of the expression of genes related to antioxidant activity and lipid metabolism of laying quails. *PLoS One.* 2017;12(12):1–15.
98. Tilavat Y, Parmar R. Efficacy of *Cinnamomum Zeylanicum* and *Cinnamomum Tamala* in the Management of Hypercholesterolemia. *J Ayurveda Integr Med Sci.* 2017;2(2):69–72.
99. Borzoei A, Rafrat M, Niromanesh S, Farzadi L, Narimani F, Doostan F. Effects of cinnamon supplementation on antioxidant status and serum lipids in women with polycystic ovary syndrome. *J Tradit Complement Med.* 2018;8(1):128–133.
100. Shirzad F, Morovatdar N, Rezaee R, Tsarouhas K. Cinnamon effects on blood pressure and metabolic profile: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial in patients with stage 1 hypertension. *Avicenna J Phytomed* 2020;7(11):1–10.
101. Nagendra Nayak IM, Rajasekhar C, Jetti R. Anti-atherosclerotic potential of aqueous extract of *Cinnamomum zeylanicum* bark against glucocorticoid induced atherosclerosis in wistar rats. *J Clin Diagnostic Res.* 2017;11(5):FC19–F23.
102. Ranjini HS, Padmanabha Udupa EG, Kamath SU, Setty M, Hadapad B, Kamath A. An *in vitro* study of *Cinnamomum zeylanicum* as natural inhibitor of angiotensin-converting enzyme (ACE) on sheep (*ovis aries*) tissues. *Asian J Pharm Clin Res.* 2016;9(5):249–252.
103. Sedighi M, Nazari A, Faghihi M, Rafieian-Kopaei M, Karimi A, Moghimian M, Mozaffarpur SA, Rashidipour M, Namdari M, Cheraghi M, and Rasouli B. Protective effects of cinnamon bark extract against ischemia-reperfusion injury and arrhythmias in rat. *Phyther Res.* 2018;32(10):1983–1991.
104. Ndoen YEJ, Triwahyuni P, Boyoh DY. The Effectiveness of Ceylon Cinnamon powder (*Cinnamomum Zeylanicum*) for adult women's blood pressure. *J Int Sch Conf.* 2016;1(5):150–154.
105. Puttaswamy NY, Rupini GD, Ahmed F, Urooj A. *In vitro* hypoglycemic potential of spices: Cinnamon and Cumin. *Pak J Pharm Sci.* 2018;31(6):2367–2372.
106. Cenobio-Galindo A de J, Pimentel-González DJ, Del Razo-Rodríguez OE, Medina-Pérez G, Carrillo-Inungaray ML, Reyes-Munguía A, Campos-Montiel RG. Antioxidant and antibacterial activities of a starch film

- with bioextracts microencapsulated from cactus fruits (*Opuntia oligacantha*). *Food Sci Biotechnol* 2019;28(5):1553–1561.
107. Nagendra Nayak IM, Rajasekhar C, Jetti R. Anti-atherosclerotic potential of aqueous extract of *Cinnamomum zeylanicum* bark against glucocorticoid induced atherosclerosis in wistar rats. *J Clin Diagnostic Res.* 2017;11(5):19–23.
108. Taheri A, Lavasani H, Kasirzadeh S, Sheikholeslami B, Ardakani YH, Rouini MR. Changes in CYP2D enzyme activity following induction of type 2 diabetes, and administration of cinnamon and metformin: an experimental animal study. *Xenobiotica.* 2018;48(10):984–989.
109. Talaei B, Amouzegar A, Sahranavard S, Hedayati M, Mirmiran P, Azizi F. Effects of cinnamon consumption on glycemic indicators, advanced glycation end products, and antioxidant status in type 2 diabetic patients. *Nutrients.* 2017;9(9):991.
110. Song MY, Kang SY, Kang A, Hwang JH, Park YK, Jung HW. *Cinnamomum cassia* Prevents High-Fat Diet-Induced Obesity in Mice through the Increase of Muscle Energy. *Am J Chin Med.* 2017;45(5):1017–1031.
111. Alsoodeeri FN, Alqabbani HM, Aldossari NM. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum cassia*) Consumption on Serum Lipid Profiles in Albino Rats. *J Lipids.* 2020;2020: 8469830.
112. Azimi P, Ghasvand R, Feizi A, Hosseinzadeh J, Bahreynian M, Hariri M, Khosvari-Boroujeni H. Effect of cinnamon, cardamom, saffron and ginger consumption on blood pressure and a marker of endothelial function in patients with type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled clinical trial. *Blood Press.* 2016;25(3):133–140.

Recibido: 20/06/2022  
Aceptado: 12/01/2023

## INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

### Enfoque y alcance:

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, publicada por el INN desde 1950.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición es una revista Ibero Latinoamericana (Arch Latinoamer Nutr, ISSN 0004-0622 / ISSN-e: 2309-5806), 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.

### Frecuencia de publicación

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.

### Política Antiplagio

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. 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.

### Código de ética

Conflictos de intereses de autores: En caso de existencia de algún vínculo comercial, financiero o personal que pueda afectar a los resultados y las conclusiones de un trabajo, los autores deberán acompañar el texto del artículo con una declaración, en la que conste la citada circunstancia. El Equipo editorial valorará la información aportada y decidirá sobre la aceptación del manuscrito.

Conflictos de intereses de revisores: Las personas encargadas de realizar la evaluación deberán rechazar las propuestas de revisión de artículos si existe conflicto de intereses por tener cualquier tipo de relación de afinidad, contractual o de colaboración directa. Durante el procedimiento de evaluación deberán

declarar expresamente la no existencia de conflicto de intereses.

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)]. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados.

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 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, descargar, 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.

### **Aceptación de Preprints**

Esta revista acepta documentos previamente publicados en servidores preprints reconocidos (SciELO Preprints, Medxiv, ArXiv, bioRxiv, Plos y otros que se consideren por el comité editorial).

Si un artículo se encuentra publicado total o parcialmente en las páginas web de un evento o congreso, en un servidor preprint (SciELO Preprints, PMC, Plos, MedRxiv) o red social académica (*ResearchGate*), los autores deberán mencionar en su envío la disposición del documento en cualquiera de estos servidores y su localización exacta.

### **Archivado y preservación digital**

Esta revista utiliza el sistema CLOCKSS (*Controlled Lots of Copies Keep Stuff Safe*) [<https://clockss.org/>] a través de Scielo para crear un archivo distribuido entre las bibliotecas participantes, permitiendo a dichas bibliotecas crear archivos permanentes de la revista con fines de preservación y restauración.

La revista hace uso de los identificadores persistentes DOI [<https://www.doi.org/>] (para los artículos) y ORCID [<https://orcid.org/>] (para los autores).

Además de los procedimientos habituales de copia de seguridad múltiple y versionada, el contenido de la revista se replica en

el repositorio institucional SABER de la Universidad Central de Venezuela (SABER-UCV) [[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_alan/issue/archive](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_alan/issue/archive)], basado en DSpace.

### **Cargos por publicación**

Archivos Latinoamericanos de Nutrición ha establecido 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 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 del manuscrito**

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 tablas 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 seleccione la opción "Iniciar sesión/ Registrarse"). Título corto en el idioma del

artículo y nombre del autor correspondiente, 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/homepagee.htm>).

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 auto explicativas, 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.

Incluir el número completo del doi (digital object identifier) de los artículos científicos, revistas completas, etc. El doi es el código alfanumérico que identifica en la web a la referencia. Por ejemplo: <https://doi.org/10.37527/2022.72.3.003>

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 para todos los usuarios y sus instituciones.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Equipo editorial

### Editor general

*Maritza Landaeta-Jiménez.*  
Fundación Bengoa. Caracas, Venezuela.

### Editor asociado

*Yaritza Sifontes.*  
Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

### Comité editorial

*Alexia Torres.*  
Universidad Simón Bolívar. Caracas Venezuela.

*Andrés Carmona.*  
Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Annabelle Bonvecchio Arenas.*  
Centro de Investigación en Nutrición y Salud-  
Instituto Nacional de Salud Pública, DF, México.

*Betty Méndez Pérez.*  
Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Cristina Palacios Alzuru.*  
Florida International University (FIU). Florida, EEUU.

*Elba Sangronis.*  
Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

*Elizabeth Dini Golding.*  
Grupo TAN, Caracas, Venezuela.

*José Félix Chávez.*  
Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Liseti Solano R.*  
Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

### Cuerpo editorial

*Adriana Blanco Metzler.* Instituto Costarricense de  
Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. Costa Rica.

*Ana María Calderón de la Barca.* Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo A.C, Hermosillo, Sonora, México.

*Aurelio López Malo.* Universidad de las América Puebla.  
Puebla, México.

*Coromoto Macías de Tomei.* Universidad Simón Bolívar.  
Caracas, Venezuela.

*David Betancur Ancona.* Universidad Autónoma de  
Yucatán. Yucatán, México.

*Delia Rodríguez Amaya.* Universidad de Campinas.  
Sao Paulo, Brasil.

*Eduardo Atalah Samur.* Universidad de Chile. Santiago,  
Chile.

*Erick Boy.* International Food Policy Research Institute  
(IFPRI). Washington DC, EEUU

*Fernando Carrasco Naranjo.* Universidad de Chile.  
Santiago, Chile.

*Gaspar Ros Berruezo.* Universidad de Murcia.  
Murcia, España.

*Giovannina Orsini Velásquez.* Universidad Central de  
Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Hazel Anderson.* Universidad del Zulia. Maracaibo,  
Venezuela.

*Héctor A. Herrera Mogollón.* Universidad Simón Bolívar.  
Caracas, Venezuela.

*Helio Vannucchi.* Universidad de Sao Paulo.  
Sao Paulo, Brasil.

*Ileana Holst Schumacher.* Universidad de Costa Rica.  
Costa Rica..

*Ingrid Soto de Sanabria.* Hospital de Niños  
J.M. de los Ríos. Caracas, Venezuela.

*Iñigo Verdalet Guzmán.* Universidad Veracruzana.  
Veracruz, México.

*Jesús Bulux.* Organización Panamericana de la  
Salud (OPS). Tegucigalpa, Guatemala.

*Jorymar Yoselyn Leal Montiel.* Universidad del Zulia,  
Maracaibo, Venezuela.

*Josefina Morales de León.* Instituto Nacional de Ciencias  
Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. DF, México.

*Juan de Dios Alvarado.* Universidad Técnica de  
Ambato. Ambato, Ecuador.

*Julio Sergio Marchini.* Universidad de Sao Paulo.  
Sao Paulo, Brasil.

*Laura Beatriz López.* Universidad de Buenos Aires.  
Buenos Aires, Argentina.

*Laura Moreno Altamirano.* Universidad Nacional  
Autónoma de México. DF, México.

*Linda Arturo.* Universidad Central del Ecuador.  
Quito, Ecuador.

*Louella Cunningham.* Instituto Costarricense de  
Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud.  
San José, Costa Rica.

*Luis Arturo Bello Pérez.* Instituto Politécnico Nacional  
México. DF, México.

*Luis Antonio Mejía.* Universidad de Illinois.  
Illinois, E.E.U.U.

*Manuel Olivares.* Instituto de Nutrición y Tecnología  
de los Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

*Manuel Ruz Ortiz.* Universidad de Chile.  
Santiago, Chile.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Equipo editorial

*Marcela Agustina Araya Bannout.* Universidad de Chile. Santiago, Chile.

*Marcia Erazo.* Universidad de Chile. Santiago, Chile.

*María Angélica González Stäger.* Universidad del Bío Bío. Concepción, Chile.

*María Elena Maldonado Celis.* Universidad de Antioquia. Colombia.

*María L. Pita Martín de Portela.* Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

*María Laura Arias Echandi.* Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

*Marian Araujo Yasselli.* Universidad de Málaga. Málaga, España.

*Mariana Mariño Elizondo.* Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímamo. Caracas, Venezuela.

*Mariane Lutz Riquelme.* Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

*Marianella Anzola.* Sistema de Salud del Noreste de Georgia. Georgia, EEUU.

*Marianella Herrera Cuenca.* Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Marisa Guerra Modernell.* Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

*Marta Kaufer Horwitz.* Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. DF, México.

*Maura Vásquez Ramírez.* Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Norma Sammán.* Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina

*Odilia Bermúdez.* Universidad de Tufts. Massachusetts, EEUU.

*Omar Barrionuevo.* Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina.

*Patricia Ronayne de Ferrer.* Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

*Pilar Hernández Serrano.* Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

*Sandra Restrepo Mesa.* Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia.

*Saturnino de Pablo.* Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

*Sonia G. Sáyago Ayerdi.* Instituto Tecnológico de Tepic. Sonora, México.

*Teresa Shamah Levy.* Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas del Instituto Nacional de Salud Pública, DF, México.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 73. N° 1, Enero - Marzo 2023

Contenido

Páginas

## ARTÍCULOS ORIGINALES

### **Relación del consumo de calcio con el síndrome metabólico en adultos de la Amazonía Ecuatoriana**

*Kenia Katusca Mendoza Bone, Dennys Leonardo Abril-Merizalde, Johanna Sabrina Párraga Acosta, Catherine Alexandra Andrade-Trujillo.....* 1

### **Ultra-processed foods in institutional food services: what are diners eating?**

*Marina Padovan, Diogo Thimoteo da Cunha, Carla Adriano Martins, Alyne Michelle Botelho, Nicole de Souza Bim, Anne Rodrigues Nicoletto, Giovanna Medeiros Rataichesk Fiates, Caroline Dário Capitani.....* 8

### **Propiedades nutritivas y tecno funcionales de barras de pseudocereales adicionadas con soya, mango y granada**

*Jorge Eduardo Angulo López, Adriana Carolina Flores Gallegos, Rosa María Rodríguez Jasso, Cristóbal Noe Aguilar González, Liliana Serna Cock.....* 19

### **Formulación de galletas fortificadas por sustitución parcial de harina de moringa y suero lácteo**

*Tania Espinal-Carrión, Gabriela Guadalupe García-Sampedro, Sebastián Alberto Domínguez-Rico, Citlali Mahetsi Ventura-Montes, Adriana Vázquez-Martínez.....* 32

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN

### **Análisis de posibles peligros en leche materna donada. Revisión**

*Diana Viquez Barrantes, Ana I. Incer González, Oscar Acosta, Jessie Usaga. ....* 42

### **Intermittent fasting for health care, a review**

*Valentina Espinoza, Carolina Alarcón, Yaroleth Contreras, Fabiana Sepúlveda, Emilia Bustos, Angelica Palisi, Sharon, Viscardi. ....* 60

### **Compuestos bioactivos de canela y su efecto en la disminución del síndrome metabólico: revisión sistemática**

*Fernanda Ríos, Aurora Quintero, Javier Piloni, Raquel Cariño, Abigail Reyes. ....* 74

**INFORMACION PARA LOS AUTORES.....** 86