

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

Página web: 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

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

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Revista Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 72

JULIO - SEPTIEMBRE 2022

Nº 3

Contenido

Páginas

ARTÍCULOS ORIGINALES

- Efecto de una intervención nutricional en el consumo de alimentos en escolares de educación básica de Reynosa, Tamaulipas, México**
Candelaria Ríos-Reyna, Octelina Castillo-Ruíz, Glenda Díaz-Ramírez, Ocairi Almanza-Cruz, Francisco Vázquez-Nava, SanJuana Elizabeth Alemán-Castillo..... 154
- Consumo de alimentos, estado nutricional antropométrico, actividad física y motivaciones de vegetarianismo en adultos venezolanos**
Ruth Guzmán, Pablo Hernández, Héctor Herrera..... 163
- Diagnóstico y tratamiento de la obesidad en adultos mexicanos: cambios entre 2006 y 2018**
Luis Ortiz-Hernández, Elizabeth Tapia Hernández, Diana Pérez-Salgado..... 174
- Physicochemical characterization and consumer preference of rice (*Oryza sativa*) varieties grown in Costa Rica**
Carolina Guadamuz-Mayorga, Elba Cubero-Castillo, Alvaro Azofeifa, Maria Laura Montero, Adriana Araya-Morice..... 185
- Techno-functional properties and antioxidant capacity of the concentrate and protein fractions of *Leucaena* spp. seeds**
Beatriz Noyola-Altamirano, Lilia Leticia Méndez-Lagunas, Juan Rodríguez-Ramírez, Sadoth Sandoval-Torres, Laura Victoria Aquino-González, Luis Gerardo Barriada-Bernal.... 196
- #### ARTÍCULOS DE REVISIÓN
- Catequinas del té verde: efectos antígenotóxicos y genotóxicos. Revisión Sistemática**
María del Carmen García-Rodríguez, Lourdes Montserrat Hernández-Cortés, Francisco Arenas-Huertero..... 205
- Food Trade for Specific Health Use FOSHU through Patents in LATAM: Relevant Aspects in International Law**
Claudia Verónica Gómez Gómez, Ismael Gastón Castillo Cortéz, Raúl Soto Villafior, Sharon Viscardi, Felipe Westermeyer Hernández..... 218
- INFORMACION PARA LOS AUTORES**..... 231

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 72

JULY - SEPTEMBER 2022

N° 3

Contents

Pages

ORIGINAL ARTICLE

Effect of a nutritional intervention on food consumption in basic education schoolchildren in Reynosa, Tamaulipas, México

Candelaria Ríos-Reyna, Octelina Castillo-Ruíz, Glenda Díaz-Ramírez, Ocairi Almanza-Cruz, Francisco Vázquez-Nava, SanJuana Elizabeth Alemán-Castillo..... 154

Food consumption, anthropometric, nutritional status, physical activity and motivations for vegetarianism in Venezuelan adults

Ruth Guzmán, Pablo Hernández, Héctor Herrera..... 163

Diagnosis and treatment of obesity in Mexican adults: changes between 2006 and 2018

Luis Ortiz-Hernández, Elizabeth Tapia Hernández, Diana Pérez-Salgado..... 174

Physicochemical characterization and consumer preference of rice (*Oryza sativa*) varieties grown in Costa Rica

Carolina Guadamuz-Mayorga, Elba Cubero-Castillo, Alvaro Azofeifa, Maria Laura Montero, Adriana Araya-Morice..... 185

Techno-functional properties and antioxidant capacity of the concentrate and protein fractions of *Leucaena* spp. seeds

Beatriz Noyola-Altamirano, Lilia Leticia Méndez-Lagunas, Juan Rodríguez-Ramírez, Sadoth Sandoval-Torres, Laura Victoria Aquino-González, Luis Gerardo Barriada-Bernal..... 196

REVIEW ARTICLE

Green tea catechins: antigenotoxic and genotoxic effects. Systematic review.

María del Carmen García-Rodríguez, Lourdes Montserrat Hernández-Cortés, Francisco Arenas-Huertero..... 205

Food Trade for Specific Health Use FOSHU through Patents in LATAM: Relevant Aspects in International Law

Claudia Verónica Gómez Gómez, Ismael Gastón Castillo Cortéz, Raúl Soto Villafior, Sharon Viscardi, Felipe Westermeyer Hernández..... 218

INFORMATION FOR AUTHORS..... 231

Efecto de una intervención nutricional en el consumo de alimentos en escolares de educación básica de Reynosa, Tamaulipas, México

Candelaria Ríos-Reyna¹ , Octelina Castillo-Ruíz¹ , Glenda Díaz-Ramírez² ,
Ocairi Almanza-Cruz¹ , Francisco Vázquez-Nava³ , SanJuana Elizabeth Alemán-Castillo¹ .

Resumen: Efecto de una intervención nutricional en el consumo de alimentos en escolares de educación básica de Reynosa, Tamaulipas, México. Introducción:

en los últimos años se ha incrementado el consumo de alimentos ultraprocesados en escolares y esto se ha relacionado con un aumento en la prevalencia de obesidad infantil. **Objetivo:** calcular el tamaño del efecto de una intervención nutricional en el consumo alimentario en escolares de educación básica de Reynosa, Tamaulipas, México. **Materiales y métodos:** estudio longitudinal, con una muestra de 309 escolares de 12 escuelas primarias públicas; se formaron dos grupos: intervención (GI) y control (GC) con seguimiento de un año. Se realizaron mediciones antropométricas. Para evaluar los alimentos incluidos en los refrigerios escolares se utilizó un registro de alimentos antes y después de la intervención y se caracterizaron como recomendables y no recomendables. Se calculó el tamaño del efecto (TE) utilizando el estadístico “g” de Hedges. **Resultados:** al final del estudio en ambos grupos se incrementó el consumo de agua, sin embargo, el TE fue grande en el GI (TE=0,84), mientras que en el GC fue moderado (TE=0,50). En el GI se encontró una reducción pequeña en el consumo de carnes procesadas ($p=0,004$; TE=0,28), cereales dulces ($p=0,001$; TE=0,36) y bebidas no lácteas endulzadas ($p=0,001$; TE=0,49); mientras que el GC mostró un incremento pequeño en el consumo de comida rápida y antojitos mexicanos ($p=0,001$; TE=0,46).

Conclusiones: en el GI se observó una disminución y un TE pequeño en el consumo de carnes procesadas, cereales dulces y bebidas no lácteas endulzadas. Es necesario diseñar estrategias que promuevan el consumo de alimentos recomendables. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 154-162.**

Palabras clave: educación nutricional, alimentación escolar, conducta alimentaria, obesidad pediátrica.

Abstract: Effect of a nutritional intervention on food consumption in basic education schoolchildren in Reynosa, Tamaulipas, Mexico. Introduction:

In recent years, the consumption of ultraprocessed foods in schoolchildren has increased and this has been linked to an increase in the prevalence of childhood obesity. **Objective:** To calculate the size of the effect of a nutritional intervention on food consumption in basic education schoolchildren in Reynosa, Tamaulipas, Mexico. **Materials and methods:** Longitudinal study, with a sample of 309 schoolchildren from 12 public elementary schools; two groups were formed: intervention (IG) and control (CG) with a follow-up of one year. Measurements of weight, height and waist circumference were made. To evaluate the foods included in school lunch, a food registry was used before and after the intervention and they were characterized as recommended and not recommended. The effect size (ES) was calculated using the Hedges’g statistic. **Results:** At the end of the study in both groups, water consumption increased, however the ES was big in the IG (ES=0.84); while in the CG it was moderate (ES=0.50). In the IG, a small reduction in the consumption of processed meats was observed ($p=0.004$; ES=0.28), sweet cereals ($p=0.001$; ES=0.36) and sweetened nondairy beverages decreased ($p=0.001$; ES=0.49); while the CG showed a small increase in the consumption of fast food and Mexican appetizers ($p=0.001$; ES=0.46). **Conclusions:** In the IG showed a TE small decrease in consumption of processed meats, sweet cereals, and sweetened non-dairy beverages. It is necessary to design strategies that promote the consumption of recommended foods. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 154-162.**

Keywords: nutrition education, school feeding, feeding behavior, pediatric obesity.

Introducción

En América Latina y el Caribe 3 de cada 10 niños, niñas y adolescentes viven con sobrepeso (1); esta condición puede estar asociada a la elevada ingesta de alimentos no recomendables, que trae como consecuencia la ganancia de peso corporal con sus respectivas complicaciones (2).

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán, México. ²Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Medicina y Psicología, Tijuana, Baja California. ³Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina "Dr. Alberto Romo Caballero" Departamento de investigación, Tampico, Tamaulipas, México.
Autor para la correspondencia: SanJuana Elizabeth Alemán Castillo, E-mail: saleman@docentes.uat.edu.mx

El sobrepeso y la obesidad son un problema de salud pública que incrementa el riesgo de padecer enfermedades no transmisibles como diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares (3); de no tratarse estos padecimientos pueden prolongarse hasta la edad adulta (4). Entre los múltiples factores que dan origen al exceso de peso se puede mencionar el ambiente obesogénico (5). Los niños consumen más energía de la requerida, y esta proviene predominantemente de alimentos procesados, empaquetados o comida rápida con altos niveles de grasas saturadas, azúcares y sodio (6); son alimentos densos en energía y de bajo valor nutricional (7) que se encuentran incluidos en los refrigerios caseros y/o las botanas que se expenden en las cooperativas establecidas en el interior de las escuelas (8). Es por eso la importancia de implementar programas dirigidos a modificar las prácticas alimentarias y la promoción de la actividad física en las escuelas (9). Algunos autores afirman que, las intervenciones educativas en nutrición que se realicen durante la infancia tendrán efectos significativos en el comportamiento alimentario y los hábitos de vida saludables de los escolares (10). Aviña-Barrera *et al.* (11) mencionan que en México se han realizado esfuerzos para aplicar diversos proyectos de evaluación nutricional con base en la educación y promoción de la salud; Shamah *et al.* (12) indican que las estrategias para combatir el exceso de peso sólo se han enfocado en las causas inmediatas que dan origen a esta problemática como son las dietas altas en densidad calórica y la falta de actividad física. Por todo lo antes mencionado, el objetivo de este trabajo fue calcular el tamaño del efecto de una intervención nutricional en el consumo alimentario en escolares de educación básica de Reynosa, Tamaulipas.

Materiales y métodos

Diseño de estudio

Para evaluar el consumo alimentario de los escolares se realizó un estudio longitudinal, analítico y comparativo. La muestra estuvo

integrada por 309 escolares de 12 escuelas públicas, seleccionadas por conveniencia del área urbana de Reynosa, Tamaulipas, se trabajó en ellas durante el ciclo escolar 2015-2016. Se solicitó autorización a las autoridades correspondientes y padres de familia para realizar mediciones antropométricas, evaluar el refrigerio de los escolares y realizar intervención nutricional. Se formaron dos grupos de escuelas: Grupo intervención (GI) (n=6 escuelas; 167 integrantes) y Grupo control (GC) (n=6 escuelas; 142 integrantes). Se incluyeron niños de ambos sexos, inscritos en escuelas primarias públicas; se excluyeron niños con capacidades diferentes y enfermedades metabólicas que pudieran alterar su estado nutricional; y aquellos cuyos padres no firmaron el consentimiento informado y se eliminaron los niños que no continuaron con la intervención. El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina y Psicología, Campus Tijuana de la Universidad Autónoma de Baja California y de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. De igual manera se consideró la Ley general de protección de datos personales de México publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 2017 (13).

Intervención nutricional

La intervención nutricional consistió en acciones de información sobre un refrigerio que cumpla con los requisitos generales para el expendio y distribución de alimentos y bebidas preparados y procesados en las escuelas del Sistema Educativo Nacional (14). Para fomentar el uso de este conocimiento se consideraron los criterios de la NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud, Promoción y educación para la salud en materia alimentaria y Criterios para brindar orientación (15). En el GI dentro del aula se dieron pláticas de educación nutricional, se realizaron actividades complementarias, teniendo contacto con el grupo una vez por semana durante 20 minutos durante siete semanas consecutivas. Se enviaron a los padres a través de sus hijos folletos y ejemplos de refrigerios saludables; en el salón de clase, patios y fuera de la escuela se publicaron carteles relacionados con características de refrigerios adecuados. Para el GC la información se entregó al profesor del aula, sin tener contacto con el alumno.

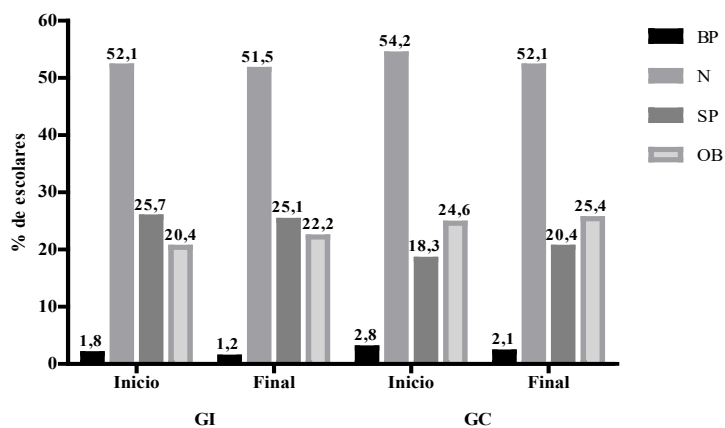
Evaluación antropométrica

Para la medición del peso se utilizó una báscula (Tanita bf-689) y para la medición de la talla se

utilizó un estadiómetro portátil (Seca 213). Se utilizaron las técnicas de la NOM-047-SSA2-2015 (16) para las mediciones antropométricas. El estado nutricional se determinó por edad y sexo, a través del indicador antropométrico puntaje Z del índice de masa corporal (IMC) de 5 a 19 años, por medio del programa WHO Anthro Plus (versión 1.0.4) (17). Para el diagnóstico nutricional se utilizaron los puntos de corte recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (18), considerados como bajo peso (≤ -2 DE); peso normal (-1.99 DE ≤ 1 DE); sobrepeso (> 1 DE ≤ 2 DE); obesidad (> 2 DE).

Evaluación de los refrigerios

Para evaluar los refrigerios de los escolares se utilizó una lista de cotejo previamente validada, donde el personal capacitado registró los alimentos contenidos en el refrigerio tanto del GI como del GC, realizando una evaluación al inicio y final de la intervención. Se registraron los alimentos que llevaron de casa, con un seguimiento de cinco días consecutivos. Para determinar el consumo alimentario, se categorizaron los alimentos como recomendables para consumo diario (frutas; verduras; leguminosas; carnes no procesadas; agua; huevo y lácteos) y alimentos no recomendables para consumo diario (carnes procesadas; comida rápida y antojitos mexicanos; botanas, dulces y postres; cereales dulces; bebidas no lácteas endulzadas y bebidas lácteas endulzadas); de acuerdo con su asociación con enfermedades crónicas, riesgo de sobrepeso y obesidad (19).



BP: bajo peso, N: normal, SP: sobrepeso, OB: obesidad

Figura 1. Distribución del estado nutricional inicial y final por grupos

Las mediciones antropométricas y evaluación de los refrigerios se realizaron al inicio y final de la intervención.

Análisis estadístico

Para el estado nutricional se utilizó la prueba de Chi-cuadrada para muestras independientes post intervención. Se calcularon valores en porcentaje de niños que llevaron refrigerio, y se utilizó la prueba de Chi-cuadrada para comparar entre grupos pre y post intervención. Se estimó el porcentaje de consumo de alimentos recomendables y no recomendables, se utilizó la prueba de McNemar para comparar muestras relacionadas y la Chi cuadrada para muestras independientes (inicio-final). Se calculó el tamaño del efecto (TE) intragrupos (pre y post) utilizando el estadístico "g" de Hedges; considerando de 0 a 0,19, no hubo efecto; de 0,20 a 0,49, efecto pequeño; de 0,50 a 0,79, efecto moderado; de 0,80 a 1,29, efecto grande y $\geq 1,3$, un efecto muy grande (20). El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS (v. 22) el valor $p \leq 0,05$ se consideró estadísticamente significativo.

Resultados

La muestra de estudio estuvo integrada por 309 escolares de 12 escuelas públicas de la ciudad de Reynosa, Tamaulipas de los cuales, 162 (52,3%) fueron niñas y 147 (47,4%) niños, con una edad promedio de $9,65 \pm 0,48$ años al inicio del estudio y $11,88 \pm 0,50$ años al final. En cada grupo la muestra se mantuvo al inicio y al final de la intervención GI (167), GC (142).

Estado nutricional antes y después de la intervención

En la Figura 1, se muestra la comparación del estado nutricional de los escolares al inicio y final de la intervención. Al final del estudio, el GI disminuyó el SP (0,6%) y un incremento en la OB (1,8%), mientras que, en el GC se observó un incremento en el SP (2,1%) y OB (0,8%). Al comparar el estado nutricional del GI y GC al final del estudio no se observó diferencia significativa ($p=0,687$).

Consumo de alimentos recomendables y no recomendables dentro del mismo grupo al inicio y final de la intervención

La comparación intragrupo al inicio y final (GI y GC) se muestra en la Tabla 1, en donde el consumo de alimentos recomendables como agua se incrementó en ambos grupos de niños ($p=0,001$) y el consumo de frutas y verduras se mantuvo sin cambios ($p>0,05$), mientras que en el GI disminuyó la frecuencia de llevar carnes no procesadas ($p=0,002$), huevo ($p=0,001$), lácteos ($p=0,001$) y en el GC disminuyó el consumo de huevo ($p=0,001$). En cuanto al consumo de alimentos no recomendables, se observó que al final de la intervención en el GI disminuyó el consumo de carnes procesadas ($p=0,004$), cereales dulces ($p=0,001$) y bebidas no lácteas endulzadas ($p=0,001$).

Efecto de la intervención sobre el consumo de alimentos recomendables o no recomendables

Se puede apreciar que en los alimentos recomendables en ambos grupos se incrementó el consumo de agua, sin embargo, el TE fue grande en el GI (TE=0,84), mientras que el GC fue moderado (TE=0,50). Al final de la intervención, ambos grupos excluyeron de sus refrigerios las leguminosas (Tabla 1), al considerar el TE se observó una reducción moderada (TE=0,52) en el GI, mientras que en el GC fue una reducción pequeña (TE=0,44). En el consumo de huevo hubo una reducción moderada en el GI (TE=0,50) y una reducción grande en el GC (TE=0,82). En cuanto a los alimentos no recomendables, en el GI se encontró una reducción pequeña en el consumo de carnes procesadas (TE=0,28); cereales dulces (TE=0,36) y bebidas no lácteas endulzadas (TE=0,49), en cambio, el GC mostró un incremento pequeño en el consumo de comida rápida y antojitos mexicanos (TE=0,46) (Tabla 2).

Tabla 1: Comparación dentro del mismo grupo en el consumo de alimentos recomendables y no recomendables al inicio y final de la intervención

Alimentos	Grupo intervenido (n=167)		p	Grupo control (n=142)		p
	Inicio	Final		Inicio	Final	
	n(%)	n(%)		n(%)	n(%)	
Recomendables						
Frutas	20(12,0)	20(12,0)	1,000	20(14,1)	19(13,4)	1,000
Verduras	16(9,6)	22(13,2)	0,327	19(13,4)	16(11,3)	0,678
Leguminosas	22(13,2)	0(0)	----	14(9,9)	0(0)	----
Carnes no procesadas	24(14,4)	7(4,2)	0,002*	21(14,8)	21(14,8)	1,000
Agua	36(21,6)	103(61,7)	0,001*	46(32,4)	82(57,7)	0,001*
Huevo	39(23,4)	9(5,4)	0,001*	44(31,0)	2(1,4)	0,001*
Lácteos	33(19,8)	12(7,2)	0,001*	20(14,1)	10(7,0)	0,064
No recomendables						
Carnes procesadas	87(52,1)	63(37,7)	0,004*	75(52,8)	66(46,5)	0,289
Comida rápida y antojitos mexicanos	109(65,3)	94(56,3)	0,086	100(70,4)	127(89,4)	0,001*
Botanas, dulces y postres	15(9,0)	8(4,8)	0,210	12(9,2)	12(9,2)	1,000
Cereales dulces	27(16,2)	7(4,2)	0,001*	22(15,5)	16(11,3)	0,362
Bebidas no lácteas endulzadas	88(52,7)	47(28,1)	0,001*	71(50,0)	67(47,2)	0,704
Bebidas lácteas endulzadas	8(4,8)	7(4,2)	1,000	10(7,0)	4(2,8)	0,180

*Diferencias en el consumo de alimentos recomendables y no recomendables entre grupos pre y post. McNemar $p \leq 0,05$

Tabla 2: Contraste de medias y DE del consumo de alimentos y tamaño del efecto intragrupos pre y post intervención

Alimentos	Grupo intervenido n=167					Grupo control n=142				
	Pre		Post		TE	Pre		Post		TE
	Media	DE	Media	DE	g	Media	DE	Media	DE	g
Recomendables										
Frutas	0,1198	0,3257	0,1198	0,3257	0,00	0,1408	0,3491	0,1338	0,3417	0,02
Verduras	0,0958	0,2952	0,1317	0,3392	0,11	0,1338	0,3417	0,1127	0,3173	0,06
Leguminosas	0,1317	0,3392	-----	-----	0,52**	0,0986	0,2992	-----	-----	0,44*
Carnes no procesadas	0,1437	0,3519	0,0419	0,2010	0,34*	0,1479	0,3562	0,1479	0,3562	0,00
Agua	0,2156	0,4125	0,6168	0,4876	0,84***	0,3239	0,4696	0,5775	0,4957	0,50**
Huevo	0,2335	0,4244	0,0539	0,2265	0,50**	0,3099	0,4641	0,0141	0,1183	0,82***
Lácteos	0,1976	0,3994	0,0719	0,2590	0,35*	0,1408	0,3491	0,0704	0,2568	0,22*
No recomendables										
Carnes procesadas	0,5210	0,5011	0,3772	0,4862	0,28*	0,5282	0,5010	0,4648	0,5005	0,12
Comida rápida y antojitos mexicanos	0,6527	0,4775	0,5629	0,4975	0,17	0,7042	0,4580	0,8944	0,3085	0,46*
Botanas, dulces y postres	0,0898	0,2868	0,0479	0,2142	0,16	0,0915	0,2894	0,0915	0,2894	0,00
Cereales dulces	0,1737	0,3800	0,0539	0,2265	0,36*	0,1549	0,3631	0,1127	0,3173	0,12
Bebidas no lácteas endulzadas	0,5269	0,5008	0,2814	0,4511	0,49*	0,5000	0,5018	0,4718	0,5010	0,05
Bebidas lácteas endulzadas	0,0479	0,2142	0,0419	0,2010	0,03	0,0704	0,2568	0,0282	0,1660	0,18

Tamaño del efecto dentro de cada grupo. TE: tamaño del efecto, DE. Desviación estándar
*TE pequeño. **TE moderado. ***TE grande.

Discusión

La obesidad infantil es un problema de salud pública a nivel mundial y representa un desafío para la salud del individuo dadas las comorbilidades que se desarrollan entre la infancia y la edad adulta, entre las principales causas de esta problemática se puede mencionar la ingesta elevada de alimentos densos en energía y de poco valor nutricional, así como un bajo consumo de frutas, verduras y leguminosas en los niños (21-23). En el presente estudio, el GI disminuyó el SP y aumentó la OB, mientras que en el GC incrementaron tanto el SP como la OB. Resultados similares al trabajo de Benítez-Guerrero *et al.* (24) donde se evaluaron escolares de Tepic, Nayarit, y se observó un incremento en el SP y OB en GI (SP: 0,4%; OB: 0,5%) y GC (SP: 3%; OB: 0,5%) al final de la intervención, los autores comentaron que, las diferencias observadas en el estado nutricio parecen

confusas, sin embargo, consideraron diversos factores que pudieron haber afectado los resultados encontrados entre los que se pueden mencionar los cambios fisiológicos y conductuales que experimentan los niños durante la etapa escolar, los cuales quedaron fuera de investigación. En el presente estudio los factores que se pueden considerar son, los cambios fisiológicos, pero además la intervención fue a corto plazo.

En contraste, Alemán-Castillo *et al.* (25) informaron una disminución del SP (1,9%) y OB (0,8%) en el GI al final de la intervención. El trabajo realizado por Ariza *et al.* (26) evaluó 3,073 escolares de 9-10 años en Barcelona y reportó una disminución en la prevalencia de obesidad en el GI (12,7 % vs

7,8%) al final de la intervención; los resultados positivos encontrados en este estudio podrían explicarse por las características multicomponente de la intervención (un componente de aula sobre alimentación y actividad física, un componente específico en el área de educación física, un componente familiar y un componente de entorno escolar) y multinivel (individual, familiar, escolar y comunitario). Al comparar el estado nutricional de ambos grupos al final de la intervención, en el presente estudio no se observó significancia ($p=0,687$). Según Antwi *et al.* (27) esto puede estar relacionado a que el crecimiento en los niños se ralentiza entre los 5 y 11 años, por otro lado, afirma que las intervenciones en educación nutricional pueden incrementar el conocimiento sobre nutrición y mejorar los hábitos alimentarios en los niños y estos, a través del tiempo pueden producir cambios positivos en la composición corporal de los escolares. Varios autores coinciden en que los programas de educación nutricional a largo plazo pueden lograr cambios significativos y permanentes en los hábitos alimentarios, siendo más efectivos cuando se incluye a los docentes y padres de familia (24-27,30).

En este estudio se evaluó la frecuencia de consumo de los grupos de alimentos recomendables y no recomendables para consumo diario en escolares de educación básica de Reynosa, Tamaulipas, entre los principales resultados se observó un incremento en el consumo de agua en ambos grupos, datos similares a los encontrados en el estudio realizado por Fierro *et al.* (28) donde se reportó un consumo de agua de 4,1% vs 29,2% en el GI y 5,3% vs 23,3% en el GC ($p=0,001$); la frecuencia de llevar frutas y verduras en ambos grupos se mantuvo, este resultado fue similar a Sánchez-Martínez *et al.* (29) quienes no observaron diferencia en el consumo de frutas y verduras en ambos grupos (GI: 29,3% vs 28,4%; GC: 29,1% vs 26,0%; $p=0,455$). El estudio realizado por Ariza *et al.* (26) encontró un consumo de frutas (GI: 70,5% vs 74,1%; GC: 71,4% vs 70,5%) y verduras (GI: 37,0% vs 36,6%; GC: 36,0% vs 35,5%), sin diferencia significativa. En contraste, Alemán-Castillo

et al. (25) reportaron un incremento en el consumo de frutas/verduras ($p=0,024$) en el GI al final de la intervención. En el presente estudio la intervención no logró incrementar el consumo de alimentos recomendables como: carnes no procesadas, huevo y lácteos en los refrigerios de los escolares. Resultados similares reportaron Vilchis-Gil *et al.* (30), indicaron que no lograron mejorar la cantidad y calidad de los alimentos que los niños traían de casa, después de la intervención. Ellos consideran que las intervenciones comunitarias relacionadas con cambios en los hábitos alimentarios deben ser a largo plazo para lograr cambios significativos y permanentes. Los resultados del presente estudio permiten diseñar estrategias en educación nutricional, que utilicen un lenguaje sencillo, claro y que sean comprensibles para la selección de alimentos saludables, para alcanzar el efecto esperado. Así como también considerar el nivel educativo, la disponibilidad y accesibilidad de alimentos saludables, además de ofrecer alternativas en la preparación de alimentos nutritivos pero accesibles a las familias, que permitan satisfacer esas necesidades alimentarias basadas en las recomendaciones de consumo.

En cuanto al consumo de alimentos no recomendables Rongen *et al.* (31) informaron un consumo de carnes procesadas de 50,6% y bebidas azucaradas (BA) 55,6%, al comparar con el presente trabajo se observa que el consumo de estos alimentos fue menor. Alemán-Castillo *et al.* (25) encontraron una disminución post intervención en el consumo de BA en el GI ($p=0,008$), resultado similar al del presente estudio. No obstante, la ENSANUT 2020 sobre Covid-19 reportó una ingesta superior (90,9%) de BA en los escolares, más del 50% consumieron cereales endulzados, botanas, dulces y postres (32).

En esta investigación se calculó el efecto de una intervención nutricional en los hábitos alimentarios de los niños durante su estancia en la escuela, priorizando la calidad de los alimentos (recomendables y no recomendables) incluidos en el refrigerio escolar y, se puede resaltar que si bien no se incrementó el consumo de alimentos recomendables como se esperaba se observó una reducción pequeña en el consumo de alimentos no recomendables (carnes procesadas, cereales dulces y bebidas no lácteas endulzadas) en el GI. Existe poca evidencia que permita comparar el TE de la presente intervención. Sin embargo, Ariza *et al.* (26) realizaron una intervención nutricional en

Barcelona y, encontraron un TE de Cohen de 0,33 en el GI, considerado como pequeño.

El TE encontrado en el presente trabajo permite observar los aspectos de la intervención donde hay oportunidad de mejora, haciendo énfasis en el consumo de alimentos como frutas, verduras y leguminosas, así como carnes no procesadas, huevo y lácteos ya que el consumo de estos alimentos en la infancia se asocia con una mayor ingesta de vitaminas y minerales, lo que lleva a una mejoría del estado nutricional, en cambio, el consumo elevado de alimentos industrializados (BA, botanas, dulces y postres) se asocia con hipertensión arterial, exceso de peso, enfermedades no transmisibles y problemas dentales en los menores. Un estudio realizado por Wyse *et al.* (33) sugiere que el efecto de la intervención sobre el consumo de frutas y verduras de los niños es mediado por la ingesta y la provisión de estos por parte de los padres. Sweitzer *et al.* (34) comentan que es común que el efecto de la intervención disminuya con el tiempo, por lo que recomiendan el uso de indicaciones de seguimiento a los padres que necesitan "recordatorios" para ayudarlos a preparar almuerzos saludables, una estrategia de mantenimiento posterior a la intervención que debe centrarse en la atención de los elementos conductuales para aprovechar las asociaciones del estímulo-respuesta. Una limitación que se detectó en el presente estudio fue que se evaluó el refrigerio escolar más no la dieta total. Se recomienda en investigaciones futuras considerar otros factores como el nivel de seguridad alimentaria en los hogares de los escolares y determinar el TE para considerar que aspectos de la intervención deben fortalecerse y que estas tengan un efecto positivo en la modificación de los hábitos alimentarios de los escolares.

Conclusiones

En los resultados del estado nutricional no se observó diferencia significativa al comparar los grupos después de la intervención. En el GI se observó una disminución pequeña en el consumo de carnes procesadas, cereales dulces y bebidas no lácteas endulzadas. Por lo que es necesario diseñar estrategias que promuevan el consumo de alimentos recomendables.

Las intervenciones nutricionales son efectivas para mejorar los hábitos alimentarios de los escolares. Sin embargo, se sugiere incluir a los profesores, alumnos

y a padres de familia para impactar en la escuela y el entorno familiar.

Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México), a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán y a la Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos, por su apoyo en la realización de este proyecto de investigación.

Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. UNICEF. Notas de prensa. Ciudad de Panamá, 13 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.unicef.org/lac/comunicados-prensa/3-de-cada-10-ninos-ninas-y-adolescentes-en-america-latina-y-el-caribe-viven-con-sobrepeso>
2. Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, *et al.* Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Salud Pública Mex. 2020 Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf
3. Machado K, Gil P, Ramos I, Pírez C. Sobrepeso/obesidad en niños en edad escolar y sus factores de riesgo. Arch Pediatr Urug. 2018; 89(1):16-25 Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/adp/v89s1/1688-1249-adp-89-s1-16.pdf>
4. Falero GMP, González GA, Muñoz SA, Moreno MI, Arias AA, Redondo GO. Prevalencia de exceso ponderal entre los escolares de La Mancha-Centro según diferentes criterios. Nutr. Clín. Diet. hosp. 2020; 40(2), 73-82. Disponible en: <https://doi.org/10.12873/402falero>
5. Díaz SMG, Larios GJO, Mendoza CML, Moctezuma SLM, Rangel SV, Ochoa C. La obesidad escolar. Un problema actual. Rev Cubana Aliment Nutr. 2016; 26(1):137-156. Disponible en: <http://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/12/10>
6. Alemán-Castillo SE, Castillo-Ruiz O, Bacardí-

- Gascón M, Jiménez-Cruz A. Alimentos seleccionados por los padres para los refrigerios de sus hijos en etapa de educación básica en Reynosa, Tamaulipas. *Ciencia UAT*. 2019; 14(1):61-70. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v14n1/2007-7858-cuat-14-01-61.pdf>
7. Caballero CCDC, Polanco MIP, Cortés SCS, Morteo OE, Acosta CMDC. Evaluación de la calidad nutricional del refrigerio y estado nutricional de una población de estudiantes de primaria de Veracruz, México. *Nutr. Clín. Diet. hosp.* 2018; 38(3):85-92. Disponible en: <https://doi.org/10.12873/383caballero>
 8. Costa-Urrutia P, Álvarez-Fariña R, Abud C, et al. Effect of multi-component school-based program on body mass index, cardiovascular and diabetes risks in a multi-ethnic study. *Research article. BMC Pediatrics*. 2019; 19(1):401. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12887-019-1787-x>
 9. Sabadini PL, García-Galbis MR. Programas de intervención dietética para la pérdida de peso en edades de 2 a 17 años. *Revisión sistemática. Nutr. clín. diet. hosp.* 2015; 35(1):63-70 Disponible en: <https://dx.doi.org/10.12873/351sabadini>
 10. Anaya-García SE, Álvarez-Gallego MM. Factores asociados a las preferencias alimentarias de los niños. *Revista Eleuthera* 2018; 18:58-73. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.17151/eleu.2018.18.4>
 11. Aviña-Barrera MA, Castillo-Ruiz O, Vázquez-Nava F, Perales-Torres A, Alemán-Castillo S. Evaluación nutricional de escolares en una ciudad fronteriza entre Estados Unidos y México. *Rev Med Chile*. 2016; 144(3):347-354. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872016000300010&lng=es <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872016000300010>
 12. Shamah LT, Amaya CMA, Cuevas NL. Desnutrición y obesidad: doble carga en México. *Revista digital universitaria*. 2015; 16(5):1-17 Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art34/>
 13. Diario Oficial de la Federación. Ley General de protección de datos personales en posesión de sujetos obligados. DOF, 2017. Disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPDPSO.pdf>
 14. SSA/SEP, Secretaría de Salud/Secretaría de Educación Pública. Diario Oficial de la Federación. Oficial, D. Acuerdo mediante el cual se establecen los lineamientos generales para el expendio y distribución de alimentos y bebidas preparados y procesados en las escuelas del Sistema Educativo Nacional. SSA/SEP, 2014. Disponible en: http://educacionbasica.sep.gob.mx/multimedia/RSC/BASICA/Documento/201611/201611-3-RSC-3o56mLOSuy-acuerdo_alimentaci_n_ok.pdf
 15. Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. DOF, 2012. Disponible en: <http://dif.slp.gob.mx/descargas/normatividad/NOM-043-2012.pdf> <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/138258/NOM-043-servicios-basicos-salud-educacion-alimentaria.pdf>
 16. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA2-2015. Para la atención a la salud del Grupo Etario de 10 a 19 años de edad. DOF, 2015. Disponible en: http://www.comego.org.mx/normatividad/nom_047_ssa2.pdf
 17. World Health Organization. AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva: WHO, 2009. Disponible en: <http://www.who.int/growthref/tools/en/>
 18. World Health Organization. Growth reference 5-19 years. Geneva: WHO, 2007. Disponible en: http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/
 19. Gaona-Pineda EB, Martínez-Tapia B, Arango-Angarita A, Valenzuela-Bravo D, Gómez-Acosta LM, Shamah-Levy T, Rodríguez-Ramírez S. Consumo de grupos de alimentos y factores sociodemográficos en población mexicana. *Salud Publica Mex*. 2018; 60(3):272-282. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2018.v60n3/272-282/es>
 20. Rendón-Macias ME, Zarco-Villavicencio IS, Villasís-Keever MÁ. Métodos estadísticos para el análisis del tamaño del efecto. *Rev Alerg Mex*. 2021; 68(2):128-136. Disponible en: <https://doi.org/10.29262/ram.v65i2.949>
 21. Dávila-Torres J, González-Izquierdo JJ, Barrera-Cruz A. Panorama de la obesidad en México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2015; 53(2):240-9. Disponible en: http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/view/21/54
 22. Aparco JP, Bautista-Olórtegui W, Astete-Robilliard L, Pillaca J. Evaluación del estado nutricional, patrones de consumo alimentario y de actividad física en escolares del Cercado de Lima. *Rev perú Med Exp Salud Publica*. 2016; 33(4):633-9. Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/2545/2573>
 23. Nathan N, Janssen L, Sutherland R, et al. The effectiveness of lunchbox interventions on improving the foods and beverages packed and consumed by children at centre-based care or school: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2019; 16(1):1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0798-1>
 24. Benítez-Guerrero V., Vázquez-Arámbula IJ, Sánchez-Gutiérrez R, Velazco-Rodríguez R, Ruiz-Bernés S, Medina-Sánchez MJ. Intervención educativa en el estado nutricional y conocimiento sobre alimentación y actividad física en escolares. *Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc*. 2016; 24(1):37-43. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfermeriaimss/eim-2016/eim161g.pdf>
 25. Alemán-Castillo SE, Castillo-Ruiz O, Aviña-Barrera MA, Almanza-Cruz O, Perales-Torres AL. Intervención educativa nutricional para modificar la calidad de los refrigerios que trajeron los escolares de casa. *Acta Univ*. 2020; 30. Disponible en: <http://doi.org/10.15174/au.2020.2634> <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/2634/3516>
 26. Ariza C, Sánchez-Martínez F, Serral G, et al. y POIBA Project Evaluation Group. The Incidence of Obesity, Assessed as

- Adiposity, Is Reduced After 1 Year in Primary Schoolchildren by the POIBA Intervention. *The Journal of nutrition*. 2019; 149(2):258–269. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jn/nxy259>
27. Antwi J, Ohemeng A, Boateng L, Quaidoo E, Bannerman B. Primary school-based nutrition education intervention on nutrition knowledge, attitude and practices among school-age children in Ghana. *Glob Health Promot*. 2020; 27(4):114-122. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1757975920945241> https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1757975920945241?casa_token=5i4dRveuycYAAAAA:a5wHaPVRhyzCZPi pNhVw07wZxxbotdu5IPngwSNfKT-yaYb-cDgnakVICr7SQM70khiG-PbznJoPg
28. Fierro MJ, Salinas J, Lera L, González CG, Vio del Río F. Efecto de un programa para profesores sobre cambio de hábitos alimentarios y habilidades culinarias en escuelas públicas de Chile. *Nutr Hosp*. 2019;36(2):441-448. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2190>
29. Sánchez-Martínez F, Brugueras S, Serral G, et al. y POIBA Project Evaluation Group. Three-year follow-up of the poiba intervention on childhood obesity: a quasi-experimental study. *Nutrients*. 2021; 13(2):453. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/2/453/htm>
30. Vilchis-Gil J, Klünder-Klünder M, Duque X, Martínez-Andrade G, Martínez-Almaráz A, Beristain-Lujano B, Flores-Huerta S. Impact of a Nutrition-Related Community Intervention on the Quantity and Quality of Children's School almuerzo. *Life*. 2021; 11(3), 253. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-1729/11/3/253/htm>
31. Rongen FC, van Kleef E, Sanjaya S, et al. What's for lunch? The content and quality of lunches consumed by Dutch primary schoolchildren and the differences between lunches consumed at home and at school. *BMC Public Health*. 2019; 19(1):1365. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7750-9>
32. Shamah-Levy T, Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Salud Publica Mex. 2021 Disponible en: <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2020/doctos/informes/ensanutCovid19ResultadosNacionales.pdf>
33. Wyse R, Wolfenden L, Bisquera A. Characteristics of the home food environment that mediate immediate and sustained increases in child fruit and vegetable consumption: mediation analysis from the Healthy Habits cluster randomised controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2015; 12(1):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0281-6>
34. Sweitzer SJ, Ranjit N, Calloway EE, et al. Examining how adding a booster to a behavioral nutrition intervention prompts parents to pack more vegetables and whole gains in their preschool children's sack lunches. *Behav Med*. 2016; 42(1):9-17. <https://doi.org/10.1080/08964289.2014.935283>

Recibido: 12/05/2022
Aceptado: 20/06/2022

Consumo de alimentos, estado nutricional antropométrico, actividad física y motivaciones de vegetarianismo en adultos venezolanos

Ruth Gabriela Guzmán Cáceres¹ , Pablo Hernández² , Héctor Herrera³ .

Resumen: Consumo de alimentos, estado nutricional antropométrico, actividad física y motivaciones de vegetarianismo en adultos venezolanos. Introducción: las dietas vegetarianas o que evitan las carnes animales incluyen a las dietas ovolactovegetarianas, veganas, entre otras variantes basadas en plantas. **Objetivo:** caracterizar el consumo de alimentos, estado nutricional antropométrico, nivel de actividad física y las motivaciones en una muestra de adultos vegetarianos provenientes de los estados Distrito Capital, Yaracuy y Carabobo de Venezuela. **Materiales y métodos:** fueron evaluados 51 adultos, 23,5% veganos y 76,5% ovolactovegetarianos, con edades entre 18 y 65 años. Se realizó un recordatorio de ingesta de alimentos en 24 horas, se tomaron indicadores de dimensión (IMC y circunferencia de cintura) y composición corporal (área muscular y porcentaje de grasa), se aplicó el instrumento IPAQ largo de actividad física y se preguntó por la principal motivación para seguir estas dietas. **Resultados:** la dieta resultó deficitaria en calorías (60,8%), baja en carbohidratos (72,5%) y grasas (58,8%), y elevada en proteínas (43,1%) y fibra dietética (70,6%). El estado nutricional antropométrico de los individuos resultó en un peso adecuado (62,7%), muscularidad (51%) y grasa (68,6%) promedio, y riesgo bajo según circunferencia de cintura (86,3%). El nivel de actividad física que prevaleció fue representado por las categorías moderada e intensa con 39,2% cada una. La mayoría decidió seguir la dieta vegetariana por razones de salud 72,5%. **Conclusiones:** la mayoría del grupo de estudio, a pesar de tener una dieta desequilibrada (baja en carbohidratos y grasas, pero alta en proteínas y fibra), presentó el estado nutricional antropométrico y niveles de actividad física en rangos aceptables. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 163-173.**

Palabras clave: vegetarianos, dieta vegetariana, consumo de alimentos, estado nutricional, actividad física, Venezuela.

Abstract: Food consumption, anthropometric nutritional status, physical activity and motivations for vegetarianism in Venezuelan adults. Introduction: vegetarian diets are diets that avoid animal meat, it includes ovolactovegetarian and vegan diets, among other plant-based variants. **Objective:** to characterize food consumption, anthropometric nutritional assessment, physical activity level and motivations in a sample of vegetarian adults from the Capital District, Yaracuy and Carabobo states of Venezuela. **Materials and methods:** 51 adults were evaluated, 23.5% vegan and 76.5% ovo-lacto vegetarian, aged between 18 and 65 years. A 24-hour dietary recall was carried out, indicators of dimension (BMI and waist circumference) and body composition (muscle area and percentage of fat) were taken, the long IPAQ instrument of physical activity was applied and it was asked about the main motivation to follow these diets. **Results:** the diet was deficient in calories (60.8%), low in carbohydrates (72.5%) and fats (58.8%), and high in proteins (43.1%) and dietary fiber (70.6%). The anthropometric nutritional assessment of the individuals resulted in an adequate weight (62.7%), average muscularity (51%) and fat (68.6%), and low risk according to waist circumference (86.3%). The level of physical activity that prevailed were the moderate and intense categories with 39.2% each. The majority decided to follow the vegetarian diet for health reasons 72.5%. **Conclusions:** the majority of the study group, despite having an unbalanced diet (low in carbohydrates and fats, but high in proteins and fiber), presented an anthropometric nutritional status and levels of physical activity within acceptable ranges. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 163-173.**

Keywords: vegetarians, vegetarian diet, food consumption, nutritional assessment, physical activity, Venezuela.

Introducción

La dieta vegetariana es un término que se le da a un tipo de alimentación basada en plantas, en la cual el consumo de carnes animales ha sido reemplazado por fuentes vegetales de proteínas, pudiendo o no incluir lácteos y huevos (1,2). Los

¹Programa de Maestría en Nutrición. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. ²Cátedra de Nutrición Humana. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. ³Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

Autor para la correspondencia: Pablo Hernández, E-mail: doctuscumliber@gmail.com



patrones dietéticos vegetarianos son bastante diversos y variados debido a la disponibilidad de alimentos, región, edad, cultura y a las creencias religiosas. Por lo tanto, abarcan una amplia gama de alimentos de origen vegetal y prácticas alimentarias basadas en estos factores, los cuales siempre comienzan con una base de tales alimentos (3).

Las dietas vegetarianas generalmente están compuestas por alimentos vegetales, como legumbres, hortalizas, cereales, nueces, semillas, tubérculos y frutas; en el caso de los ovolactovegetarianos se incluyen productos lácteos (leche o derivados) y huevos. En la dieta vegana únicamente se consumen cereales, tubérculos, vegetales u hortalizas, legumbres, oleaginosas y frutas, sin ningún tipo de alimento de origen animal (4).

A nivel mundial, según datos del estudio global llevado a cabo en 2016 por la compañía Nielsen (5), en la que fueron encuestadas más de 30 mil sujetos en 63 países vía web, se encontró que la región con más vegetarianos en el mundo fue Asia y el Pacífico con 19%, seguido de Medio Oriente/África con 16%. En ese mismo estudio, se encontró que en Latinoamérica, el porcentaje de vegetarianos fue de 8%, representado principalmente por México.

De acuerdo a investigaciones anteriores, uno de los principales fundamentos por los cuales las personas tienden a adoptar una dieta vegetariana son sus posibles beneficios para la salud (6), incluyendo una disminución en el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, cáncer y probablemente diabetes tipo 2 (7). Sin embargo, estos posibles beneficios para la salud aún siguen siendo controversiales, ya que existe evidencia científica que indica que tales efectos no son robustos y ameritan de mayor investigación (8,9).

Otros grandes motivadores reportados para seguir una dieta vegetariana en el hemisferio occidental han sido la defensa del medio ambiente y los derechos animales (6,10,11). Se ha propuesto que la producción de proteínas animales ha influido en gran medida en el cambio climático mundial por la emisión

de gases invernadero, consumo de agua dulce, deforestación para la cría de animales, así como el uso de la tierra para el cultivo de la alimentación animal (11), por lo cual se propone a la dieta vegetariana como una opción más sustentable (10). Adicionalmente, muchas personas con dietas vegetarianas consideran que los animales deben respetarse como seres vivos, evitando su uso y explotación como un recurso o un bien tangible para la alimentación (6).

No obstante, a pesar de las ventajas medioambientales y posibles efectos sobre la salud del ser humano; se pueden presentar episodios de deficiencia de micronutrientes (hierro, calcio, zinc, vitamina B12, etc.) en las personas que siguen un patrón dietético vegetariano. Estas deficiencias se presentan sobre todo en las personas con regímenes más estrictos como los veganos y en aquellas personas que realizan este tipo de alimentación sin el adecuado acompañamiento y consejo de un profesional de la nutrición (2).

A pesar de ello, es importante resaltar que una dieta vegetariana planificada, monitorizada y variada forma parte de un estilo de vida saludable, y está siendo adoptada por una cantidad mayor de personas (2). A pesar que en la actualidad el vegetarianismo es más socialmente aceptado que en años anteriores (11), aún presenta estigmas sociales asociados como ser rechazados por sus gustos de alimentación, ser tildados de intolerantes o agresivos defensores de su estilo de vida o personas que tienden a agruparse en pequeños grupos denominados despectivamente como "sectas" (12); además de no resultar aspiracionales para muchas personas, en especial el patrón vegano (11).

En Venezuela, no se cuenta con estadísticas oficiales o algún estudio de prevalencia de las personas que mantienen una dieta vegetariana en el país. Tan sólo se cuentan con pocas investigaciones en vegetarianos. Por ejemplo, en el oriente del país se caracterizaron sus indicadores antropométricos y dietéticos (13), además de una caracterización cualitativa de su dieta (14). Por otra parte, en el centro-occidente del país se evaluaron a niños y adolescentes vegetarianos (15), mientras que en el Distrito Capital se valoraron a un grupo de adventistas del 7mo día quienes siguen un patrón vegetariano por razones religiosas (16).

Es por estas razones que se hace necesario, importante y oportuno estudiar y conocer sobre las motivaciones para tener este tipo de dieta, su consumo de alimentos, la actividad física y el impacto

en el estado nutricional de los adultos vegetarianos, a fin de contribuir a llenar la brecha de conocimiento existente para este grupo poblacional y considerarlo ante la formulación de futuras políticas públicas o programas educativos en materia de alimentación. Esta investigación buscó caracterizar a un grupo de adultos vegetarianos residentes del Distrito Capital, Yaracuy y Carabobo en función del consumo de alimentos, estado nutricional antropométrico, nivel de actividad física y sus motivaciones para llevar este tipo de dieta.

Materiales y métodos

Diseño del estudio y participantes

Se trata de un estudio descriptivo, transversal y comparativo, siguiendo la técnica de muestreo intencional no probabilístico a través del método de bola de nieve, hasta agotar las posibilidades de referencias. Se seleccionaron 51 adultos entre 18 a 65 años de edad, residentes en los estados Distrito Capital, Yaracuy y Carabobo de Venezuela durante el periodo junio-septiembre de 2017.

Para evitar sesgos en los indicadores evaluados, se establecieron como criterios de inclusión: sujetos sin antecedentes personales de enfermedades, malformaciones o alteraciones óseas que limitaran la medición, ni que estuvieran tomando fármacos que alteren el metabolismo; sujetos que habían mantenido los criterios de clasificación de dieta vegana u ovolactovegetariana durante un período continuo, igual o mayor a un año, para el momento de la recolección de los datos. Se excluyeron a las mujeres embarazadas o en periodo de lactancia; así como aquellos que no pudieron completar el estudio.

Recolección de la información

Se realizaron las encuestas en las ciudades de Caracas (Distrito Capital), Nirgua (Yaracuy) y Valencia (Carabobo), por su distribución geográfica, cercanía a los puntos de investigación involucrados y la presencia de informantes vegetarianos dispuestos a participar en el estudio. Un investigador se dirigió directamente a las viviendas de los participantes y tomó la información a través del método de la entrevista.

Se recopiló la información socio-demográfica general (sexo, edad, estado de residencia), así como datos médicos de cada participante (antecedentes de enfermedades o malformaciones, situación de

embarazo), a través de una ficha de registro de datos, con el propósito de conocer si los participantes cumplían con los criterios de inclusión del estudio.

Actividad física

La valoración de la actividad física (AF) se realizó con el *International Physical Activity Questionnaire* (por sus siglas en inglés IPAQ) en su versión larga, que consta de 4 objetivos de actividad física evaluados independientemente: 1- AF relacionada con el trabajo. 2- AF relacionada con el transporte. 3- Trabajo de la casa, mantenimiento de la casa y cuidado de la familia. 4- AF de recreación, deporte y tiempo libre. Se le preguntó al sujeto sobre la cantidad de días de la semana en los que realizan cada tipo de actividad dentro de cada área, así como el tiempo promedio que invierten en ello, el resultado final se expresó como MET-minutos/semana. Luego se clasificaron en tres niveles de actividad física: baja, moderada y alta (17).

Consumo de alimentos

El consumo de alimentos se evaluó mediante un único recordatorio de ingesta de 24 horas (R24h) de un día usual, realizado por una nutricionista-dietista previamente entrenada, la cual registró todos los alimentos y bebidas consumidos, con el apoyo de unidades de medida (modelos, tazas de medida y vaso volumétrico) para la estimación de las cantidades de alimentos ingeridas. Se siguieron los métodos reportados con anterioridad (18), preguntando acerca del tipo de alimento(s) consumido(s), forma de preparación, cantidad consumida y tiempo de comida en el que fueron ingeridos. Para evitar sesgos de memoria, se realizó una lista de los alimentos que inició con los primeros alimentos consumidos en el día desde el momento que se levantó de la cama y luego de forma cronológica se fueron agregando los demás alimentos, que fueron consumidos hasta la madrugada del día siguiente. Esta lista se verificó luego con el sujeto y se le preguntó por alimentos comúnmente olvidados como el aceite, el pan como acompañante, el café, untables en el desayuno, etc. Adicionalmente, en caso de ser necesario se manejaron las recetas

madres utilizadas en el hogar o recetas estandarizadas para preparaciones típicas. Posteriormente se realizó un proceso de limpieza de los datos para eliminar errores utilizando una base de datos donde se colocó en orden las preparaciones de acuerdo a los tiempos de comida, luego se desglosaron los ingredientes de cada preparación y las unidades de ayuda que el encuestado había señalado como referencia y, por último, se realizó la conversión a gramos o mililitros netos de las cantidades de alimentos registradas con la ayuda de la tabla de raciones nacional (19). Para el cálculo del aporte de energía y nutrientes se utilizó el software ARNAC® del Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímano (CANIA). Se valoró el consumo energético (kcal) y de macronutrientes.

La adecuación calórica se valoró comparando la ingesta energética con el requerimiento calórico total para población venezolana, estimado por las ecuaciones de Schofield (20), usando el nivel de actividad física (NAF) obtenido en el IPAQ. Se utilizó un 90 - 110 % como rango de adecuación (21). La participación porcentual de los macronutrientes al aporte calórico total del día se evaluó con la fórmula calórica, y en conjunto con la fibra dietética se determinó el ajuste a la recomendación establecida en los valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana (21).

Antropometría

Los individuos fueron evaluados antropométricamente de acuerdo a las técnicas descritas por el Programa Biológico Internacional (22). Se tomaron las medidas de peso, estatura, diámetro de húmero, circunferencia media de brazo y de cintura punto medio, pliegues tricipital y subescapular. Se utilizó una balanza marca OMRON modelo: Hbf514 con capacidad de 150 kg; cinta métrica fina de fibra de vidrio marca genérica y con una longitud de 1,5 m, escuadra de madera, cinta métrica gruesa de fibra de vidrio de marca genérica con una longitud de 1,5m y calibrador de pliegues

cutáneos marca Holtain® con apertura de 40mm y precisión de 0,2 mm. El error técnico de medición del antropometrista se encontró en un rango aceptable. Se calcularon los indicadores de índice de contextura (IC), índice de masa corporal (IMC), área muscular de brazo (AMB), porcentaje de grasa corporal (PGC) y riesgo por circunferencia de cintura (RCC). Los puntos de corte y clasificaciones de las variables e indicadores antropométricos fueron los establecidos en una referencia nacional (23), en donde se considera un valor entre el percentil 15 y el percentil 75 como normal o adecuado, por debajo del percentil 15 como deficitario y por encima del percentil 75 como en exceso,

Aspectos bioéticos

En este estudio se respetaron las consideraciones bioéticas de la Declaración de Helsinki y los principios establecidos en el Código de Bioética y Bioseguridad del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela. El protocolo de investigación fue aprobado en mayo de 2017 por el comité de bioética de la Universidad Simón Bolívar bajo el número de registro 1589941-2017. Además, se elaboró un consentimiento informado, el cual fue leído y firmado por los sujetos seleccionados antes de ingresar al estudio.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se determinaron las prevalencias para las variables bio demográficas, las categorías de los índices e indicadores antropométricos, nutricionales, de actividad física, y las razones para ser vegetariano. Se presentaron los valores de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas. Luego se realizaron comparaciones entre los promedios de dichas variables, según el tipo de dieta, con la finalidad de detectar diferencias entre los tipos de patrones vegetarianos a través de la prueba t de Student, además, se construyeron tablas de contingencia a fin de evaluar las distribuciones de frecuencias para el tipo de dieta según las variables biológicas, antropométricas, de actividad física y nutricional. Se utilizó el paquete estadístico SPSS® versión 21, considerando un 95% de confianza y valores de p menores a 0,05 como estadísticamente significativos.

Resultados

La tabla 1 muestra la frecuencia y porcentaje de las características de los 51 sujetos evaluados, mientras que la tabla 2 muestra los valores promedio, desviación estándar, mínimo y máximo para las variables e indicadores cuantitativos.

El 58,8 % eran del sexo femenino, con una edad promedio de $35,1 \pm 14,8$ años y provenientes

principalmente del Distrito Capital (54,9%). La mayoría de ellos llevaban una dieta ovolactovegetariana (76,5%) y sólo 23,5 % de los sujetos adoptaban una dieta vegana. El consumo calórico promedio de los individuos evaluados fue de $2.370,8 \pm 1.005,1$ kcal/día (tabla 2), a pesar de ello, la mayoría del grupo presentó una dieta inadecuada por déficit para la energía (60,8%), a expensas de

Tabla 1: Características de los adultos vegetarianos estudiados según variables sociodemográficas y categorías de indicadores antropométricos y nutricionales.

Características	n	%	Características	n	%
Sexo			Tipo de dieta		
Masculino	21	41,2	Ovolactovegetariana	39	76,5
Femenino	30	58,8	Vegana	12	23,5
Estado donde reside			Clasificación según adecuación calórica		
Distrito Capital	28	54,9	Inadecuada por déficit	31	60,8
Yaracuy	16	31,4	Adecuada	5	9,8
Carabobo	7	13,7	Inadecuada por exceso	15	29,4
Clasificación según adecuación proteica			Clasificación según contribución de carbohidratos		
Inadecuada por déficit	20	39,2	Por debajo de la recomendación	37	72,5
Adecuada	9	17,6	Ajustado a la recomendación	6	11,8
Inadecuada por exceso	22	43,1	Por encima de la recomendación	8	15,7
Clasificación según contribución de grasas			Clasificación según consumo de fibra total		
Por debajo de la recomendación	30	58,8	Por debajo de la recomendación	6	11,8
Ajustado a la recomendación	4	7,8	Ajustado a la recomendación	9	17,6
Por encima de la recomendación	17	33,3	Por encima de la recomendación	36	70,6
IMC corregido por contextura			Clasificación según AMB		
Déficit	6	11,8	Déficit	6	11,8
Bajo peso	6	11,8	Baja	11	21,6
Adecuado	32	62,7	Muscularidad promedio	26	51,0
Sobrepeso	7	13,7	Alta	8	15,7
Clasificación según PGC			Clasificación según RCC		
Baja	4	7,8	Riesgo bajo	44	86,3
Grasa promedio	35	68,6	Riesgo moderado	4	7,8
Grasa alta	8	15,7	Riesgo alto	3	5,9
Grasa muy alta	4	7,8			
Nivel de actividad física			Razones para ser vegetariano		
Ligera	11	21,6	Salud	37	72,5
Moderada	20	39,2	Influencia familiar	7	13,7
Intensa	20	39,2	Religión	4	7,8
			Situación económica desfavorable	2	3,9
			Derechos de los animales	1	2,0

Tabla 2: Características biológicas, nutricionales y antropométricas de los adultos estudiados según tipo de dieta vegetariana.

	Total (n=51)	Vegana (n=12)	Ovolactovegetariana (n=39)	p
Edad (años)	35,1 ± 14,8	39,6 ± 15,7	33,7 ± 14,4	n.s.
Energía (kcal)	2370,8 ± 1005,1	1939,2 ± 639,3	2503,6 ± 1064,9	n.s.
Adecuación calórica (%)	91,6 ± 37,1	76,3 ± 30,7	96,4 ± 38,0	n.s.
Proteínas (g)	79,6 ± 38,0	71,1 ± 35,0	82,3 ± 38,9	n.s.
Adecuación proteica (%)	113,3 ± 56,8	103,7 ± 61,0	116,3 ± 55,9	n.s.
Carbohidratos (g)	337,3 ± 154,3	261,4 ± 68,4	360,7 ± 166,1	n.s.
Contribución de carbohidratos (%)	81,4 ± 34,0	64,7 ± 23,1	86,5 ± 35,4	n.s.
Grasas (g)	77,7 ± 51,9	69,7 ± 38,7	80,2 ± 55,5	n.s.
Contribución de grasas (%)	109,7 ± 74,2	98,2 ± 60,1	113,3 ± 78,4	n.s.
Fibra total (g)	46,5 ± 32,4	56,4 ± 22,8	43,5 ± 34,4	n.s.
IMC (kg/m ²)	23,2 ± 3,9	21,6 ± 2,9	23,7 ± 4,1	n.s.
AMB corregida por contextura (mm ²)	36,3 ± 12,4	31,5 ± 9,4	37,7 ± 12,9	n.s.
Porcentaje de grasa corporal (%)	25,8 ± 8,7	25,0 ± 8,7	26,0 ± 8,8	n.s.
Circunferencia de cintura (cm)	80,1 ± 10,7	73,6 ± 6,9	82,1 ± 10,9	<0,05

los carbohidratos y grasas, quienes fueron consumidos por debajo de la recomendación en el 72,5% y 58,8%, respectivamente (tabla 1). La adecuación proteica y de fibra dietética fue superior a la recomendación en el 43,1% y 70,6% de los sujetos, respectivamente. Además, la mayoría de los participantes de esta investigación decidieron ser vegetarianos por su salud (72,5%) o por influencia de un familiar (13,7%) (tabla 1).

En relación al estado nutricional antropométrico, el IMC promedio fue de 23,2 ± 3,9 kg/m² (tabla 2), siendo adecuado en el 62,7% de los casos. En el 23,6% y 33,4% del grupo en estudio se encontró deficitario o bajo para el IMC y AMB, respectivamente. El PGC resultó promedio para la mayoría de los sujetos evaluados (68,6%); sin embargo, un 23,5% presentó grasa alta o muy alta (tabla 1). La circunferencia de cintura (CC) en promedio para el grupo evaluado fue de 80,1 ± 10,7 cm, y esto condujo a un RCC bajo para el 86,3% del grupo.

En relación a los niveles de actividad física (NAF), el grupo estudiado presentó una

prevalencia de 39,2% tanto para la actividad física moderada como intensa (Tabla 1).

En la tabla 2, también se muestra la comparación de los valores promedio de las características de los sujetos según el tipo de patrón dietético usando el estadístico t de Student. En general, la ingesta de energía y macronutrientes del grupo de veganos se encuentra por debajo de la correspondiente a ovolactovegetarianos. Sin embargo, la diferencia no resultó ser estadísticamente significativa, ya que se vio influenciada por el número pequeño del grupo evaluado y la heterogeneidad de los datos. A nivel antropométrico, las personas con dietas ovolactovegetarianas presentaron valores más elevados para el IMC, AMB, PGC y CC, siendo esta última, la única que resultó ser estadísticamente diferente (p<0,05).

Los 5 principales alimentos consumidos en cada tipo de dieta vegetariana se encuentran reflejados en la tabla 3. Se observa que, en la alimentación del grupo de ovolactovegetarianos, el único alimento industrializado fuente de calorías que predominó fue el azúcar blanco, mientras que en los veganos no prevaleció ninguno, ya que el pan de trigo integral que consumían era hecho en casa, así como las

Tabla 3: Cinco primeros alimentos fuente de energía según tipo de dieta vegetariana.

	Vegana	Ovolactovegetariana
1	Lentejas cocidas	Maíz blanco / amarillo cocido
2	Pan de trigo integral casero	Ocumo cocido
3	Soya, grano entero crudo / cocido	Papas cocidas
4	Aceite de oliva	Azúcar blanco
5	Cebada cocida	Lentejas cocidas

bebidas a base de soya u horchatas.

Se aplicó la prueba χ^2 de independencia para examinar la relación entre el nivel de actividad física y el tipo de dieta vegetariana (Figura 1). Se encontró una asociación significativa ($\chi^2 = 4,96$; $p < 0,05$), que indica que la mayoría (66,7%), de las personas con un patrón vegano tienden a mantener un nivel de actividad física intensa. Mientras que la mayoría de los ovolactovegetarianos tienden a niveles de actividad física ligera a moderada (69,2%). Esto da como resultado un *Odds ratio* (OR) de 4,5 (IC 95% = 1,1 a 17,9; $p < 0,05$), revelando que entre los veganos hay 4,5 veces más probabilidad de hacer actividad física intensa que sus pares ovolactovegetarianos.

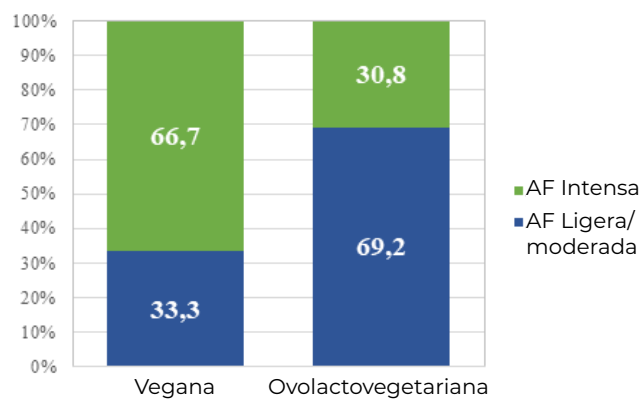


Figura 1: Asociación entre el tipo de dieta vegetariana con el nivel de actividad física.

Discusión

Los resultados obtenidos representan un aporte importante al estudio de las dietas vegetarianas en el país, pues hasta ahora se conocía poco acerca de las características antropométricas, de consumo, actividad física y motivaciones de las personas con estas dietas en el país, especialmente sobre adultos residentes de la región central de Venezuela. En la presente investigación se encontró un bajo consumo de calorías, carbohidratos y grasas, en contraste con un alto consumo de proteínas y fibra en comparación con los valores de referencia para la población venezolana, el estado nutricional antropométrico del grupo evaluado correspondió con un peso adecuado, muscularidad y grasa promedio y riesgo bajo según la CC, sin mayores diferencias entre los patrones veganos y ovolactovegetarianos. Los vegetarianos del grupo evaluado obtuvieron niveles de actividad física moderada o intensa en su mayoría, diferenciándose sólo para el grupo de los veganos que tendieron a realizar actividad física intensa.

En esta investigación el 60,8% de los sujetos presentaron inadecuación por déficit para el consumo calórico. Juan et al. (24), encontraron que los vegetarianos tienden a tener dietas hipocalóricas (1862 kcal) al compararlos con omnívoros (2058 kcal), lo que se relacionó a un bajo consumo total de grasas y de carbohidratos refinados, de forma similar a lo ocurrido en esta investigación, en donde se encontró que las personas con dietas vegetarianas no llegaron a consumir la cantidad de energía que necesitaban para el día evaluado. No obstante, a pesar de consumir menos calorías, los alimentos fuentes de carbohidratos y las grasas son los que se consumen por más número de personas, aunque las porciones consumidas fueron pequeñas e insuficientes para cubrir el requerimiento energético del día.

En esta investigación, se encontró que el grupo de personas veganas consumió cerca de 500 kcal menos que el grupo de ovo-lactovegetarianos, y aunque esta diferencia no resultó ser estadísticamente

significante, resulta de relevancia puesto que una investigación previa en adultos vegetarianos del oriente del país (13) encontró una diferencia de 200 kcal entre los grupos de veganos y vegetarianos, no obstante, el estudio no presentó pruebas de contraste de medias en sus resultados. Se ha establecido que la dieta vegana tiende a ser hipocalórica porque se relaciona con un mayor consumo de vegetales y frutas, menor consumo de alimentos industrializados y exclusión total de alimentos de origen animal (2).

En los vegetarianos, las proteínas siempre han sido un tema controversial; sin embargo, la mayoría de los estudios indican que a medida que el vegetarianismo se hace más excluyente en grupos de alimentos el consumo proteico es menor (25). Por el contrario, Clarys *et al.* (26), tras evaluar a 1475 participantes y comparar la calidad y los componentes de las dietas veganas, vegetarianas (ovolactovegetariana, lactovegetariana y ovovegetariana), semi-vegetarianas (comían carne, pescado o pollo no más de una vez por semana), pesco-vegetarianas y omnívoras, mostraron que el consumo de proteínas en las dietas vegetarianas evaluadas no variaba de forma significativa con respecto a la dieta omnívora, excepto en veganos, donde el consumo de proteínas tuvo una diferencia significativa en relación con los individuos que practicaban la dieta omnívora. Ekmeiro y Arévalo (13) encontraron que los veganos del oriente venezolano consumen menos cantidad de calorías y proteínas que los vegetarianos con patrones ovolactovegetariano o flexitarianos. Los resultados de la presente investigación indican que cerca de 4 de cada 10 sujetos vegetarianos estuvieron ubicados en la categoría deficitaria para la adecuación proteica, con una tendencia no significativa hacia el déficit en los veganos.

Los principales alimentos fuente de proteínas tanto para veganos como para ovolactovegetarianos fueron las leguminosas. Al analizar la soya, que cumple con la presencia de los ocho aminoácidos esenciales, obtiene una de las más altas puntuaciones de calidad proteica de origen vegetal (27), en este sentido

las carraotas, tanto negras como blancas, y las arvejas tienen una calidad proteica cercana de 100 (gold standard) (28). Las lentejas, por el contrario, tienen una calidad proteica de 46,28% (29). Sin embargo, se sabe que al combinar cereales y leguminosas se consigue una complementación proteica adecuada, y esto coincide con los demás alimentos fuentes de proteínas que resultaron ser pan de trigo integral y maíz blanco/amarillo. La dieta ovolactovegetariana obtuvo como fuente proteica de alto valor biológico el queso blanco, y los huevos y esta es una de las diferencias marcadas con la dieta vegana que sólo consume proteínas de origen vegetal, probablemente esto sea la causa de la tendencia a mayor consumo proteico y superior AMB en ovolactovegetarianos. Los ovolactovegetarianos también consumieron queso amarillo, grasas sometidas a altas temperatura como frituras (aceite vegetal mixto y papas fritas) y grasas trans (margarinas), lo cual pudiera explicar en parte el origen del sobrepeso por alto PGC, y la CC mayor a la de los veganos.

Una experiencia previa en venezolanos de la región oriental del país (13), evidenció a un 73,2% de vegetarianos con un IMC normal y un 24% en sobrepeso u obesidad, relacionados con el patrón flexitariano, así como un 2,7% en bajo peso relacionado al patrón vegano. Mientras que en otro estudio similar (30), se concluyó que los hombres y mujeres veganos tuvieron un IMC menor (24,7kg/m² y 24,1 kg/m², respectivamente) que sus pares ovolactovegetarianos (IMC 25,7 kg/m² en hombres y 25 kg/m² en mujeres).

Larrea (31), evaluó antropométricamente a vegetarianos (veganos, ovolactovegetarianos, lactovegetarianos y ovovegetarianos) quienes resultaron con muscularidad reducida en 53,6% y 96% en varones y mujeres respectivamente. El área muscular corporal está influenciada por múltiples factores como genéticos, NAF, tipo de actividad física, consumo de alimentos, entre otras (32). Dentro de las variables evaluadas en este estudio, el deterioro del área magra pudiera favorecerse con el consumo calórico proteico en déficit y NAF de moderados a intensos los cuales producen gastos energéticos que no son compensados con la dieta.

Los ovolactovegetarianos según Larrea (31) obtuvieron un PGC elevado en la mayoría de los sujetos evaluados (75 y 68% para hombres y mujeres respectivamente), lo cual se relacionaba con consumos calóricos elevados.

Resultados similares fueron reportados por Rengifo y Rodríguez (33) en sujetos ovolactovegetarianos donde encontraron 28% de obesidad por PGC.

Un riesgo a considerar en las dietas vegetarianas es el elevado consumo de fibra dietética que conduce a un exceso de oxalatos y fitatos, hecho que disminuye la biodisponibilidad de algunos micronutrientes y constituye una barrera física en la absorción intestinal, disminuyendo el aprovechamiento de nutrientes (34). En esta investigación, se obtuvo un consumo promedio de fibra por encima de 40g día, aunque se debe considerar que este dato es derivado de un único recordatorio de 24 horas, por lo cual no es representativo del patrón dietético. Por lo tanto, debería llevarse un seguimiento y evaluación del consumo de fibra para que no se convierta en un factor desfavorable. Aunque existen algunas hipótesis de adaptación intestinal al alto consumo de fibra que se observa en los vegetarianos de larga data (35), se hace necesario investigar aún más sobre este tema.

La mayoría de los participantes de esta investigación decidieron ser vegetarianos por razones de salud, lo que coincide con otro estudio (13) realizado en vegetarianos venezolanos de Puerto la Cruz, en donde el 33,5% de los flexitarianos y 33,1% de los ovolactovegetarianos se adhirió a una dieta vegetariana por esta razón. Es bien sabido que las personas que adoptan estas dietas vegetarianas, generalmente las acompañan con cambios de hábitos y costumbres. Dyett *et al.* (36) analizaron el consumo dietético y el estilo de vida de personas que llevaban una dieta vegana al menos durante nueve meses, estos observaron que un 69% realizaba deporte más de tres veces por semana, mientras que únicamente un 10% reportó no realizar ejercicio nunca. Al mismo tiempo, los sujetos veganos adoptaron una serie de patrones y costumbres que provocan efectos beneficiosos en el organismo, entre los que figuran no fumar, reducido o nulo consumo de alcohol, realizar ejercicio de manera periódica, preparar la comida en casa y evitar la comida rápida.

Los vegetarianos en general tienen un estilo de vida más activo en relación con los omnívoros (37) y esto está relacionado con menores IMC, RCC, enfermedades crónicas, gastos médicos, menor uso de fármacos y mayor longevidad.

Es importante destacar que la actividad física moderada o intensa que se reflejó en los resultados de la presente investigación es otro punto a favor que tienen los vegetarianos, forma parte de un estilo de vida saludable y favorece un estado nutricional integral adecuado. Aunque es preciso mencionar que existen estudios donde los deportistas que siguen una dieta vegetariana tienen un mayor riesgo de desarrollar ciertas carencias nutricionales, entre las cuales destacan, insuficiencias en proteínas, ácidos grasos esenciales, calcio, hierro, y vitaminas D y B12 (38,39). Por lo que se hace necesario evaluar periódicamente los valores sanguíneos de estos grupos vegetarianos para asegurar que se cubran los nutrientes de mayor demanda de acuerdo al NAF y condición particular.

Debido a las limitaciones propias del diseño metodológico del estudio en cuanto al tipo de muestreo, estos resultados no pueden ser extrapolados a la población de vegetarianos en Venezuela, y las implicaciones de sus resultados serían sólo para la muestra en estudio, debido al sesgo inherente al tipo de muestreo por bola de nieve que tiende a conducir hacia personas pertenecientes a un mismo grupo social. Sin embargo, las limitaciones financieras y logísticas como la falta de un censo o marco muestral impidieron realizar otros tipos de muestreo. De igual modo, la aplicación de un solo recordatorio de 24 horas como método de estimación de la ingesta alimentaria, hace que no se pueda establecer un patrón de alimentación e involucra el sesgo propio del método, en especial si los participantes no recordaron con detalle la información alimentaria. Adicionalmente por el tipo de estudio descriptivo y comparativo no se puede concluir acerca de efectos causales.

A pesar de estas limitaciones, esta investigación representa una contribución para el avance en la investigación en el área de las dietas vegetarianas en el país, permitiendo la comprensión de las diferencias entre los diversos estilos de vegetarianos encontrados en la muestra estudiada. Se tiene la ventaja de haber estudiado al grupo de acuerdo a varios indicadores relevantes para el estilo de vida como el consumo de alimentos, el estado nutricional antropométrico, el nivel de actividad física y los motivadores para adoptar estas dietas, constituyendo de esta manera una base

para que se empiecen a desarrollar más estudios que permitan a futuro establecer guías nutricionales, mensajes educativos y políticas públicas que consideren a este grupo poblacional de venezolanos.

Conclusiones

En conclusión, el patrón de alimentación del grupo de vegetarianos estudiados se caracterizó por ser bajo en calorías, a expensas de los carbohidratos y grasas; así como elevado en proteínas y fibra dietética. El estado nutricional antropométrico se correspondió con un peso adecuado, muscularidad y grasa promedio y riesgo bajo según la CC. Predominio en actividades físicas moderadas a intensas. Por lo que, se requieren modificaciones dietéticas para disminuir el riesgo de malnutrición en el grupo estudiado.

Esta investigación representa un aporte al campo de la investigación nutricional en el área de las dietas vegetarianas en Venezuela.

Se recomienda continuar con esta línea de investigación, académicamente las universidades podrían ofrecer estudios de especialización y máster en el área, creando así una plataforma de investigación continua sobre nutrición vegetariana, aumentando así el número de personas evaluadas y conociendo las distintas variables que se asocian a este patrón de alimentación en el país, teniendo como norte el estudio y contabilización de la comunidad vegetariana en Venezuela, que pudiera llevar a desarrollar referentes específicos para valorar ingesta en la población vegetariana.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo (CANIA) por su apoyo y colaboración en la recolección y procesamiento de datos.

Conflicto de interés

Ninguno de los autores tiene conflictos de interés.

References

1. Kent G, Kehoe L, Flynn A, Walton J. Plant-based diets: a review of the definitions and nutritional role in the adult diet. *Proc Nutr Soc.* 2022;81(1):62-74. <https://doi.org/10.1017/s0029665121003839>
2. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet.* 2016;116(12):1970-1980. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
3. North M, Klas A, Ling M, Kothe E. A qualitative examination of the motivations behind vegan, vegetarian, and omnivore diets in an Australian population. *Appetite.* 2021; 167:105614. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105614>
4. Ellegård L, Alstad T, Rütting T, Johansson PH, Lindqvist HM, Winkvist A. Distinguishing vegan-, vegetarian-, and omnivorous diets by hair isotopic analysis. *Clin Nutr.* 2019;38(6):2949-2951. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.12.016>
5. The Nielsen Company. ¿Que hay en nuestra comida y en nuestra mente? Illinois, US: Nielsen; 2016.
6. Hopwood CJ, Bleidorn W, Schwaba T, Chen S. Health, environmental, and animal rights motives for vegetarian eating. *PLoS One.* 2020;15(4):e0230609. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230609>
7. Loeb S, Fu BC, Bauer SR, Pernar CH, Chan JM, Van Blarigan EL, et al. Association of plant-based diet index with prostate cancer risk. *Am J Clin Nutr.* 2022;115(3):662-670. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab365>
8. Lu JW, Yu LH, Tu YK, Cheng HY, Chen LY, Loh CH, Chen TL. Risk of incident stroke among vegetarians compared to nonvegetarians: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrients.* 2021;13(9):3019. <https://doi.org/10.3390/nu13093019>
9. Medawar E, Huhn S, Villringer A, Veronica Witte A. The effects of plant-based diets on the body and the brain: a systematic review. *Transl Psychiatry.* 2019;9(1):226. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0552-0>
10. Sanchez-Sabate R, Sabaté J. Consumer attitudes towards environmental concerns of meat consumption: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(7):1220. <https://doi.org/10.3390/ijerph16071220>
11. Bryant CJ. We can't keep meeting like this: attitudes towards vegetarian and vegan diets in the United Kingdom. *Sustainability.* 2019;11(23):6844. <https://doi.org/10.3390/su11236844>
12. Bolderdijk JW, Cornelissen G. "How do you know someone's vegan?" They won't always tell you. An empirical test of the do-gooder's dilemma. *Appetite.* 2022; 168: 105719. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105719>
13. Ekmeiro-Salvador JE, Arévalo-Vera CR. Vegetarianismo: una caracterización

- antropométrica, dietética y motivacional en adultos venezolanos. *RESPYN*. 2021;20(4):57-72 <https://doi.org/10.29105/respyn20.4-6>
14. Ekmeiro-Salvador JE, Arévalo-Vera CR. Caracterización y evaluación cualitativa de la dieta vegetariana en adultos venezolanos. *Rev Perú Investig Salud*. 2021;5(4):263-271. <https://doi.org/10.35839/repis.5.4.1037>
 15. Guzmán R. Valoración del estado nutricional, de omega-3 y algunos micronutrientes en niños y adolescentes vegetarianos del Centro Occidente de Venezuela [Trabajo Especial de Grado]. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 2016
 16. Guzmán G. Alimentación, estilo de vida y su relación con la salud cardiovascular de los adventistas del 7mo día del Distrito Capital. [Trabajo de Grado]. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 2017.
 17. The IPAQ Group. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire. Sweden: The IPAQ group; 2015. Disponible en: <http://www.ipaq.ki.se>
 18. Lares M, Velazco Y, Brito S, Hernández P, Mata C. Evaluación del estado nutricional en la detección de factores de riesgo cardiovascular en una población adulta. *Rev Latinoam Hipertens*. 2012;6 (1): 8-13.
 19. Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Medicina, Escuela de Nutrición y Dietética. Tabla de raciones de alimentos. Caracas: UCV; 2002.
 20. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Valores de referencia para la población venezolana. Caracas: Gente de Maíz; 2013.
 21. Velazco Y. Evaluación del consumo de alimentos como campo de investigación en Venezuela. Aspectos técnicos y metodológicos. *Tribuna del Investigador*. 2009; 10(1-2): 1-26.
 22. Weiner JS, Lourie JA. Practical human biology. London: Academic Press; 1981.
 23. Herrera H. Guía práctica para la evaluación antropométrica del estado nutricional del adulto: una propuesta de valores de referencia para la población venezolana. Caracas: USB-Laboratorio de Evaluación Nutricional; 2014.
 24. Juan W, Yamini S, Britten P. Food intake patterns of self-identified vegetarians among the U.S. population, 2007-2010. *Procedia Food Sci*. 2015; 4:86-93. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.06.013>
 25. Larsson C, Johansson G. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(1):100-106. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.1.100>
 26. Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaeker P, Vanaelst B, De Keyser W, et al. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients*. 2014;6(3):1318-1332. <https://doi.org/10.3390/nu6031318>
 27. Drewnowski A. Adjusting for protein quality by food source may affect nutrient density metrics. *Nutr Rev*. 2021;79(10):1134-1344. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa117>
 28. Fundación Española de la Nutrición (FEN). Informe sobre legumbres, nutrición y salud. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2017.
 29. Nosworthy MG, Tulbek MC, House JD. Does the concentration, isolation, or de-flavoring of pea, lentil, and faba bean protein alter protein quality? *Cereal Foods World*. 2017;62(4):139-142. <http://doi.org/10.1094/CFW-62-4-0139>
 30. Bradbury KE, Tong TYN, Key TJ. Dietary intake of high-protein foods and other major foods in meat-eaters, poultry-eaters, fish-eaters, vegetarians, and vegans in UK biobank. *Nutrients*. 2017;9 (12):1317. <https://doi.org/10.3390/nu9121317>
 31. Larrea K. Balance energético y composición corporal de los vegetarianos adventistas del séptimo día del Distrito Quito Norte en el periodo marzo - junio del año 2017. [Trabajo de Grado] Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2017.
 32. Urdampilleta A, Vicente-Salar N, Martínez-Sanz JM. Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. *Rev Española Nutr Hum Diet*. 2011; 16(1): 25-35. <https://doi.org/10.14306/renhyd.16.1.103>
 33. Rengifo S, Rodríguez E. Índice de masa corporal y tejido adiposo: efecto de una dieta lacto-ovo-vegetariana. *Rev Cienc de la Salud*. 2016;8(2):37-43.
 34. Ávila A, Morón M, Hernández P, Torrealba F. Efecto del consumo de casabe sobre la absorción y retención aparente de proteínas en un modelo experimental con ratas. *Rev Digit Postgrado*. 2018;7(1):31-37.
 35. Rojas D, Figueras F, Durán S. Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano. *Rev Chil Nutr*. 2017;44(3):218-225. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182017000300218>
 36. Dyett PA, Sabaté J, Haddad E, Rajaram S, Shavlik D. Vegan lifestyle behaviors. An exploration of congruence with health-related beliefs and assessed health indices. *Appetite*. 2013; 67: 119-224. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.03.015>
 37. Rizzo NS, Sabaté J, Jaceldo-Siegl K, Fraser GE. Vegetarian dietary patterns are associated with a lower risk of metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2011;34(5):1225-1227. <https://doi.org/10.2337/dc10-1221>
 38. Pohl A, Schünemann F, Bersiner K, Gehlert S. The impact of vegan and vegetarian diets on physical performance and molecular signaling in skeletal muscle. *Nutrients*. 2021;13(11):3884. <https://doi.org/10.3390/nu13113884>
 39. Barnard ND, Goldman DM, Loomis JF, Kahleova H, Levin SM, Neabore S, et al. Plant-based diets for cardiovascular safety and performance in endurance sports. *Nutrients*. 2019;11(1):130. <https://doi.org/10.3390/nu11010130>

Recibido: 04/05/2022
Aceptado: 01/06/2022

Diagnóstico y tratamiento de la obesidad en adultos mexicanos: cambios entre 2006 y 2018

Luis Ortiz-Hernández¹ , Elizabeth Tapia Hernández¹ , Diana Pérez-Salgado¹ .

Resumen: Diagnóstico y tratamiento de la obesidad en adultos mexicanos: cambios entre 2006 y 2018.

Introducción: A nivel global ha existido un incremento en el peso corporal. Ante ello, se han implementado programas para diagnosticar y tratar la obesidad. Se requiere documentar si dichos programas han propiciado que las personas con obesidad reciban diagnóstico y tratamiento eficaz. **Objetivo:** Determinar y comparar los cambios entre 2006 y 2018 en las prevalencias de diagnóstico y tratamiento de la obesidad y pérdida intencional de peso en adultos mexicanos e identificar si en este periodo existieron cambios en las disparidades sociales en dichos eventos. **Materiales y métodos:** Se analizaron las bases de datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de México realizada en 2006 (N=26.738) y 2018 (N= 12.205), Los eventos fueron diagnóstico y tratamiento de obesidad y de pérdida intencional de peso en adultos mexicanos con IMC > 30. Las variables independientes fueron: sexo, edad, índice de masa corporal, nivel socioeconómico y región geográfica. **Resultados:** De 2006 a 2018, aumentó la prevalencia de personas con obesidad que recibieron diagnóstico (de 20,4% a 51,1%) o tratamiento (de 8,3% a 21,4%). La prevalencia de pérdida intencional de peso también aumentó (de 5,5% a 10,0%), pero esto básicamente ocurrió en las personas con nivel socioeconómico alto. En modelos multivariados se observó que, las mujeres, las personas con mayor IMC y quienes tenían mayor nivel socioeconómico tuvieron mayor probabilidad de recibir diagnóstico y tratamiento. **Conclusiones:** Aunque en México el acceso a diagnóstico y tratamiento a la obesidad se ha incrementado, la prevalencia de pérdida intencional de peso es baja, además, persisten disparidades socioeconómicas en estos eventos. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 174-184.**

Palabras clave: obesidad, pérdida de peso, diagnóstico, disparidades en atención de salud, gradiente socioeconómico de salud.

Introducción

El aumento del peso corporal es un fenómeno que afecta a gran parte de la población mundial.

¹Departamento de Atención a la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
Autor para la correspondencia: Luis Ortiz Hernández, E-mail: lortiz@correo.xoc.uam.mx

Abstract: Diagnosis and treatment of obesity in Mexican adults: changes between 2006 and 2018. Introduction:

Worldwide, there has been an increase in body weight. Because of this, programs have been implemented to diagnose and treat obesity. It is required to document whether these programs have led people with obesity to receive effective diagnosis and treatment. **Objective:** To determine and compare the changes between 2006 and 2018 in the prevalences of diagnosis and treatment of obesity and intentional weight loss among Mexican adults and to identify whether there were changes in the social disparities in these events during this period. **Materials and methods:** The databases of the National Health and Nutrition Survey of Mexico carried out in 2006 (N=26,738) and 2018 (N= 12,205) were analyzed. The events were diagnosis and treatment of obesity and intentional weight loss in Mexican adults with BMI > 30. The independent variables were sex, age, body mass index, socioeconomic status, and geographic region. **Results:** From 2006 to 2018, the prevalence of people with obesity who received the diagnosis (from 20.4% to 51.1%) or treatment (from 8.3% to 21.4%) increased. The prevalence of intentional weight loss also increased (from 5.5% to 10.0%), but this was mainly in people with high socioeconomic status. Multivariate regression models revealed that, women, people with a higher BMI, and those with a higher socioeconomic status were more likely to receive diagnosis and treatment. **Conclusions:** Although in Mexico access to diagnosis and treatment of obesity has increased, the prevalence of intentional weight loss is low, in addition, socioeconomic disparities persist in these events. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 174-184.**

Keywords: obesity, weight loss, diagnosis, healthcare disparities, socioeconomic health gradient.

En el caso de México, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en mujeres aumentó de 34,5% en 1988 a 74,8% en 2018, y en hombres de 60,7% en 2000 a 73% en 2018 (1). Por ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS) propuso la “Estrategia Mundial sobre Alimentación Saludable, Actividad Física y Salud” en el 2004 (2). En este documento se planteaba el control del peso como una estrategia central para reducir



la prevalencia de enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición (ECRN). Como parte de las medidas de prevención, se sugirió que en los servicios de salud se evaluara de manera rutinaria el peso corporal por ser un factor de riesgo biológico. Se planteaba que el control de peso se alcanza mediante el balance de energía producto de la dieta que se consume y la actividad física que se realiza. Siguiendo estas directrices, los gobiernos diseñaron políticas públicas encaminadas a combatir el exceso de peso corporal y prevenir la obesidad. En consecuencia, países como Estados Unidos de Norteamérica (EUN) (3, 4), China (5) y Reino Unido (6) establecieron la medición y notificación del peso corporal como tarea clave para lograr el control del peso.

Las políticas del sistema de salud en México también se alinearon a la propuesta estratégica la OMS. El gobierno mexicano diseñó la “Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes” (7). Uno de los objetivos específicos de la Estrategia fue “Detectar oportuna y masivamente el universo de casos de sobrepeso, obesidad y diabetes para garantizar su adecuado control y manejo”. Con la Estrategia se preveía “incrementar la conciencia pública e individual sobre la obesidad” y orientar al Sistema Nacional de Salud hacía la detección temprana. Por ello, se enfatizó en privilegiar la valoración sistemática de las personas con el fin de identificar casos de “pre-obesidad” (i.e, IMC de 25,0 a 29,9 kg/m²).

Posteriormente, se produjeron campañas de medios (e.g, “Chécate, Mídete, Muévete”) (8) en las que se promovió que las personas conocieran su peso corporal y, de ser el caso, buscaran atención. Además, en la normatividad para la atención clínica de las ECRN se plantea la necesidad de que las personas con sobrepeso u obesidad pierdan del 5 al 10% de su peso corporal o que alcancen un IMC normal (i.e, 18,5 a 25 kg/m²) (9-11). Sin embargo, es escasa la información sobre en qué medida estos lineamientos y acciones han impactado en la atención de personas con obesidad en México.

Durante los últimos años en EUN ha aumentado sostenidamente la prevalencia de diagnóstico y tratamiento de la obesidad (3, 4, 12, 13). Entre las personas con obesidad de este país, la frecuencia de que un médico les haya indicado que debían controlar su peso pasó de 44,0% en 1994 a 57,5% en 2011-2018 (4). En contraste, en Nigeria (un país de bajo ingreso), la prevalencia de haber recibido consejería para pérdida de peso fue de 19% en 2015 (14). Por otro lado, existen disparidades sociales en estos aspectos ya que las personas con menor educación o ingreso tienen menor probabilidad de recibir el diagnóstico de esta condición o consejería para reducir peso (13-16).

En México se hicieron estimaciones sobre la prevalencia de diagnóstico y tratamiento de la obesidad correspondientes al 2006 (17). Por lo cual se requiere actualizar estas estimaciones para poder documentar si la implementación de las estrategias y acciones previamente descritas han tenido un impacto en el manejo del peso corporal, más aún, dadas las desigualdades socioeconómicas en salud que existen en México (18), se precisa verificar si estas estrategias o acciones han beneficiado del mismo modo a todos los grupos de la población. Por todo lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar y comparar los cambios entre 2006 y 2018 en la prevalencia de diagnóstico y tratamiento de la obesidad y pérdida intencional de peso en adultos mexicanos. Otro objetivo fue identificar si en este periodo existieron cambios en las disparidades sociales de dichos eventos.

Materiales y métodos

Diseño

Se analizaron las bases de datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de México (ENSANUT) del 2006 (N=26.738) (19) y 2018 (N=12.205) (1). El trabajo de campo de la ENSANUT-06 se llevó a cabo de octubre de 2005 a mayo del 2006; mientras que el de la ENSANUT-18 se realizó de julio del 2018 a febrero del 2019. El diseño muestral de la ENSANUT es probabilístico, multietápico, estratificado y por conglomerados. Las muestras cubrieron los 32 estados del país y tenían representación urbana y rural (20). La ENSANUT fue aprobada por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Salud Pública. Todos los participantes dieron su consentimiento informado.

En el presente estudio, la población de estudio se limitó a personas adultas no embarazadas de 20 a 59 años

con IMC < 30. Se inició identificando a las personas cuyo peso y estatura fueron medidos. Se excluyeron a los participantes con datos incompletos de IMC (2006: n=9.892 y 2018: n=270), mujeres embarazadas (2006: n=645 y 2018: n=473), a los participantes con un IMC ≥ 58 o ≤ 10 kg/m² (2006: n=23 y 2018: n=27) y/o con datos incompletos de otras variables (2006: n=136 y 2018: n=366). El tamaño de muestra final incluyó 38.943 individuos (2006: n=26.738 y 2018: n=12.205). Las personas con obesidad representaron el 31,76% (n=8.492) en 2006 y 38,26% (n=4.670) en 2018. El número de personas con obesidad fue utilizado como denominador para calcular las prevalencias de diagnóstico y tratamiento para la obesidad y pérdida intencional de peso.

Variables dependientes

En las ENSANUT se indagó si a lo largo de su vida los participantes habían recibido el diagnóstico de obesidad por un profesional de la salud pregunta: “¿Alguna vez le ha dicho un médico/dietista/nutriólogo que tiene o tuvo obesidad?” o tratamiento de la misma (“¿Siguió algún tratamiento para controlar su peso?”). La pregunta de tratamiento sólo se aplicó a los que habían recibido diagnóstico.

Se identificó a las personas que habían perdido peso con las preguntas “Durante el último año, ¿ha perdido o ganado peso?” y “Cuántos fueron los kilos que ganó (perdió)?”. Para aquellas personas que habían perdido 5 kg o más, se utilizó una pregunta de seguimiento para determinar si la pérdida de peso fue intencional o no. La pregunta sobre intencionalidad no se aplicó a los participantes que habían perdido menos de 5 kilos o habían ganado peso. Para este análisis, solo consideramos a participantes que habían perdido peso intencionalmente (2006: n=996 y 2018: n=732). A los participantes que informaron un intento de pérdida de peso durante el año anterior se les pidió que enlistaran las estrategias (que no eran mutuamente excluyentes) que utilizaron para que ello ocurriera. En el 2006, existió una lista de 14 opciones; mientras que en 2018 solo existieron 8 opciones. Para que la información fuera comparable entre los años estas acciones se recodificaron en 6 grupos: cambio en la dieta, algún tipo de ejercicio o actividad física, recomendaciones o dieta prescrita por profesionales, tomar mucha agua, tomar medicamentos para perder peso y otras formas.

Variables independientes

Siguiendo técnicas estandarizadas (21), el peso fue medido utilizando balanzas electrónicas con precisión de 0,1 kg y la estatura se midió con estadímetros con capacidad de 2 m y precisión de 0,1 cm. El IMC fue clasificado en dos grupos: 30-34 y ≥ 35 kg/m².

Las variables independientes de interés fueron sexo, nivel socioeconómico, tamaño de localidad y región geográfica. El nivel socioeconómico (NSE) se definió siguiendo la regla de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI) 2018 (22). Esta regla produce un puntaje que clasifica a los hogares en siete niveles (A/B - el más alto-, C+, C, C-, D+, D y E -el más bajo) de acuerdo con seis características del hogar: escolaridad del jefe del hogar, número de dormitorios, número de baños completos, número de personas de 14 años o más trabajando, número de autos y conexión a internet. Para el año 2006, no se evaluó el acceso a internet. Por ello, este indicador fue descartado y se redujo la puntuación correspondiente. Considerando que los grupos extremos eran reducidos se formaron 4 categorías: A/B/C+, C, C- y D/E.

Las entidades federativas se clasificaron en cuatro regiones (norte, sur, centro y occidente). Las localidades se clasificaron en dos grupos según su tamaño: rural (≤ 2.499 habitantes) y urbano (≥ 2.500 habitantes).

La edad y el estado civil de los participantes se consideraron variables confusoras. Los grupos de edad fueron: 20 a 33, 34 a 47 y 48 a 59 años. Para el estado civil existían 6 opciones para 2006 y 7 para 2018 las cuales se clasificaron en cuatro grupos: casados y unión libre, divorciados y separados (de un matrimonio o de una unión libre), solteros y viudos.

Análisis estadístico

El análisis se realizó con el software STATA 16. Para tener en cuenta el diseño de muestreo de la ENSANUT, los análisis se realizaron con los comandos de encuesta (svy). En la población general se calculó la prevalencia

de los dos grupos de IMC. Para saber si existían diferencias según el sexo, la edad, el nivel socioeconómico, estado civil y región geográfica se calculó el estadístico Chi-cuadrado de Wald.

Se estimaron las prevalencias de diagnóstico de obesidad, tratamiento de obesidad y pérdida intencional de peso entre participantes con IMC ≥ 30 kg/m². Las prevalencias de los tres eventos se estimaron según sexo, IMC, nivel socioeconómico y región geográfica. En el caso de pérdida intencional de peso, también se estimó la prevalencia de acuerdo si habían o no recibido el diagnóstico de obesidad.

Se utilizaron modelos de regresión de Poisson multivariados en los que las exposiciones de interés fueron sexo, nivel socioeconómico, IMC, región geográfica y tamaño de la localidad. La edad y el estado civil fueron incorporados a los modelos como confusores. Se reportan razones de prevalencia (RP) con sus intervalos de confianza al 95%. En los modelos se incluyó la interacción del año de la encuesta con los otros predictores. Para considerar que la interacción era significativa se consideró un valor de $p < 0,100$. Solo las interacciones significativas se mantuvieron en el modelo y fueron graficadas.

Resultados

En 2006, en comparación con las personas que tenían peso normal o sobrepeso, entre los individuos con obesidad había más mujeres, personas de 34 a 59 años, casados, participantes con nivel socioeconómico C- y D/E y de la región centro (Tabla 1), para 2018, entre las personas con obesidad, fue mayor la proporción de hombres, personas de 48 a 59 años, solteras y divorciadas, con IMC ≥ 35 kg/m² y nivel socioeconómico más alto.

La prevalencia de personas con obesidad que recibieron el diagnóstico de esta condición pasó de 20,4% en 2006 a 51,1% en 2018 ($\chi^2=372,58$, $p < 0,000$) (Tabla 2). En ambos años la prevalencia de diagnóstico fue mayor en mujeres, personas con IMC ≥ 35 kg/m², individuos con mayor nivel socioeconómico y

Tabla 1: Características sociodemográficas de adultos mexicanos de acuerdo con el IMC, 2006 y 2018

	2006			2018			2006-2018
	≤ 29	≥ 30	p	≤ 29	≥ 30	p	p ^a
	%	%		%	%		
Sexo							
Hombres	45,0	33,7	<0,000	46,6	37,6	<0,000	0,006
Mujeres	55,0	66,3		53,4	62,4		
Edad, años							
20-33	36,8	20,9	<0,000	34,3	20,7	<0,000	<0,000
34-47	40,7	46,8		35,2	41,8		
48-59	22,5	32,3		30,6	37,5		
Estado civil							
Casados	69,2	76,8	<0,000	64,3	69,2	<0,000	<0,000
Solteros	24,4	14,7		24,5	18,2		
Divorciados	4,6	5,4		9,3	10,4		
Viudos	1,8	3,0		1,9	2,2		
Índice de masa corporal							
30-34 kg/m ²		69,1	<0,000		65,9	<0,000	0,026
≥ 35 kg/m ²		30,9			34,1		
Nivel socioeconómico							
D/E	27,1	23,0	<0,000	14,0	14,5	0,007	<0,000
D+	19,2	20,9		16,8	15,5		
C-	22,7	24,9		23,7	25,4		
C	20,3	20,6		23,5	26,7		
A/B/C+	10,6	10,6		22,0	17,9		
Región geográfica							
Norte	20,6	25,2	<0,000	21,0	26,0	<0,000	0,821
Centro	34,1	29,5		33,4	29,8		
Occidente	21,7	22,6		24,5	20,8		
Sur	23,7	22,7		21,2	23,4		

Estimaciones ponderadas.^a
 Comparación de personas con IMC ≥ 30

Tabla 2: Prevalencia de diagnóstico de obesidad adultos mexicanos con IMC ≥ 30 kg/m², 2006 y 2018

	2006		2018		Modelo ^a	
	%	p	%	p	RP	p
Total						
Año						
2006	20,4				Ref,	
2018			51,1		2,75	<0,000
Sexo						
Hombres	19,8	0,623	44,5	<0,000	Ref,	
Mujeres	20,7		55,0		1,00	0,997
Año x sexo						
Mujeres					1,21	0,045
Índice de masa corporal						
30-34 kg/m ²	15,4	<0,000	43,6	<0,000	Ref,	
≥ 35 kg/m ²	31,4		65,5		2,00	<0,000
Año x IMC						
≥ 35 kg/m ²					0,73	<0,000
Nivel socioeconómico						
D/E	13,4	<0,000	39,4	<0,000	Ref,	
D+	18,0		49,2		1,20	0,111
C-	22,3		49,7		1,42	<0,000
C	24,5		54,6		1,52	<0,000
A/B/C+	27,6		58,8		1,74	<0,000
Año x nivel socioeconómico						
D+					0,98	0,899
C-					0,81	0,092
C					0,83	0,179
A/B/C+					0,81	0,160
Región geográfica						
Norte	22,1	<0,000	55,7	<0,000	Ref,	
Centro	24,2		55,4		1,08	0,182
Occidente	19,2		49,1		0,95	0,277
Sur	14,7		42,2		0,84	0,001

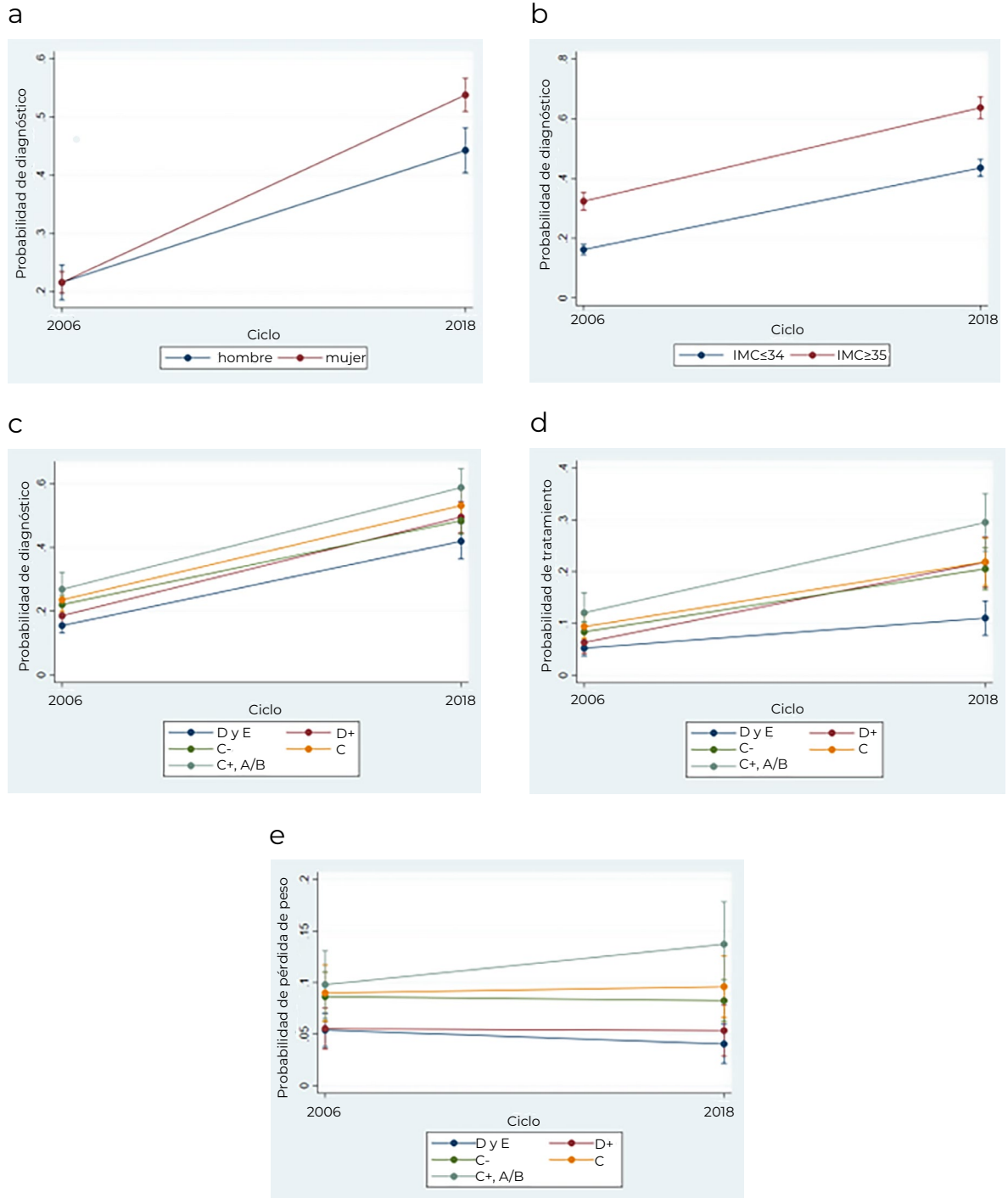
Estimaciones ponderadas, ^a Modelo de regresión de Poisson en el que se incluyeron las variables incluidas en la tabla además de la edad, el estado civil y el tamaño de la localidad.

en personas del centro y norte. Después de ajustar por otras covariables, en el modelo multivariado se observó que los participantes de la región sur tuvieron menor probabilidad de recibir diagnóstico de obesidad respecto a los de la norte. Las mujeres tuvieron mayor probabilidad de recibir diagnóstico en comparación con los hombres y las diferencias fueron mayores en 2018 que en 2006 (Figura 1a). Las personas con IMC ≥ 35 kg/m², tuvieron mayor probabilidad de recibir diagnóstico (Figura 1b), pero las diferencias fueron menores en 2018. Las personas de más alto nivel socioeconómico tuvieron mayor probabilidad de recibir diagnóstico respecto a las de niveles más bajos, pero las diferencias disminuyeron en 2018 (Figura 1c).

La prevalencia de personas con obesidad que siguieron un tratamiento para esta condición aumentó de 8,3% en 2006 a 21,4% en 2018 ($\chi^2 = 108,364$, $p < 0,000$) (Tabla 3). En ambos años, la prevalencia de seguir algún tratamiento para obesidad fue mayor en mujeres, personas con IMC ≥ 35 kg/m² y de mayor nivel socioeconómico. Después de ajustar por otras covariables en el modelo de regresión, estas diferencias permanecieron. En el modelo ajustado se hizo evidente que la probabilidad de seguir un tratamiento para obesidad era mayor en los niveles socioeconómicos más altos y para 2018 estas diferencias aumentaron (Figura 1d).

La prevalencia de pérdida intencional de peso aumentó de 5,5% en 2006 a 10,0% en 2018 ($\chi^2 = 23,15$, $p < 0,000$) (Tabla 4). En ambos años, la prevalencia de pérdida intencional de peso fue mayor en los participantes con IMC ≥ 35 kg/m², que habían recibido diagnóstico de obesidad, de mayor nivel socioeconómico y de las regiones norte y occidente. Después de ajustar por otras covariables en el modelo de regresión, la mayor probabilidad de este evento se mantuvo en aquellos diagnosticados con obesidad y en quienes tenían mayor nivel socioeconómico. En ambos años, las personas de mayor nivel socioeconómico tuvieron mayor probabilidad de perder peso intencionalmente respecto aquellos de niveles socioeconómicos más bajos (Figura 1e).

Figura 1: Probabilidad de diagnóstico, tratamiento y pérdida intencional de peso en adultos mexicanos con IMC ≥ 30 kg/m², interacción entre 2006 y 2018,



Resultados indicados en media \pm desviación estándar. [!]Utilizado como referencia para ΔE . Una letra de superíndice diferente significa una diferencia significativa $p < 0,05$ en cada columna.

Tabla 3: Prevalencia de tratamiento de obesidad adultos mexicanos con IMC ≥ 30 kg/m², 2006 y 2018

	2006		2018		Modelo ^a	
	%	<i>p</i>	%	<i>p</i>	RP	<i>p</i>
Total						
Año						
2006	8,3				Ref,	
2018			21,4		1,99	0,001
Sexo						
Hombres	7,4	0,221	16,4	<0,000	Ref,	
Mujeres	8,7		24,5		1,47	<0,000
Índice de masa corporal						
30-34 kg/m ²	6,8	<0,000	17,6	<0,000	Ref,	
≥ 35 kg/m ²	11,7		28,7		1,56	<0,000
Nivel socioeconómico						
D/E	4,9	<0,000	10,1	<0,000	Ref,	
D+	6,7		21,9		1,23	0,358
C-	9,1		20,9		1,60	0,016
C	10,6		22,3		1,81	0,003
A/B/C+	12,7		29,6		2,26	<0,000
Año x nivel socioeconómico						
D+					1,62	0,098
C-					1,16	0,574
C					1,10	0,734
A/B/C+					1,18	0,553
Región geográfica						
Norte	9,5	0,034	23,8	0,134	Ref,	
Centro	8,4		22,4		1,03	0,780
Occidente	9,0		21,0		1,01	0,930
Sur	6,2		18,0		0,94	0,549

Estimaciones ponderadas, ^a Modelo de regresión de Poisson en el que se incluyeron las variables incluidas en la tabla además de la edad, el estado civil y el tamaño de la localidad.

Tabla 4: Prevalencia de pérdida intencional de peso en adultos mexicanos con IMC ≥ 30 kg/m², 2006 y 2018

	2006		2018		Modelo ^a	
	%	<i>p</i>	%	<i>p</i>	RP	<i>p</i>
Total						
Año						
2006	5,5				Ref,	
2018			10,0		0,84	0,533
Sexo						
Hombres	4,9	0,240	10,1	0,878	Ref,	
Mujeres	5,8		9,9		1,03	0,849
Índice de masa corporal						
30-34 kg/m ²	5,1	0,099	8,6	0,041	Ref,	
≥ 35 kg/m ²	6,5		12,5		1,16	0,278
Diagnóstico de obesidad						
No	3,7	<0,000	5,2	<0,000	Ref,	
Sí	12,6		14,5		2,58	<0,000
Nivel socioeconómico						
D/E	3,4	<0,000	3,8	<0,000	Ref,	
D+	3,9		5,7		1,03	0,895
C-	6,5		9,4		1,63	0,008
C	7,0		11,5		1,67	0,015
A/B/C+	8,2		17,2		1,88	0,005
Año x nivel socioeconómico						
D+					1,28	0,541
C-					1,28	0,448
C					1,45	0,306
A/B/C+					1,82	0,098
Región geográfica						
Norte	6,3	0,108	11,8	0,039	Ref,	
Centro	5,2		9,3		0,90	0,619
Occidente	6,3		11,6		1,11	0,413
Sur	4,3		7,3		0,88	0,448

Estimaciones ponderadas, ^a Modelo de regresión de Poisson en el que se incluyeron las variables incluidas en la tabla además de la edad, el estado civil y el tamaño de la localidad.

Tabla 5: Prevalencia de estrategias de pérdida de peso en adultos mexicanos con IMC ≥ 30 kg/m² intentaron perder >5kg de peso, 2006 y 2018.

Estrategia	2006		2018		2006-2018
	%	<i>p</i>	%	<i>p</i>	<i>p</i>
Cambio en la dieta	78,8		84,0		0,177
Aumentar la actividad física	24,4		61,4		<0,000
Tomar agua	7,4		38,0		<0,000
Tomar medicamentos	9,1		6,8		0,436
Otra forma	2,6		3,1		0,678

Estimaciones ponderadas.

En 2018 estas diferencias aumentaron debido a que en el nivel socioeconómico A/B/C+ se incrementó la prevalencia de pérdida de peso, mientras que en los cuatro grupos restantes prácticamente no existieron cambios.

En ambos años, las estrategias más utilizadas por los participantes con obesidad que informaron intentos de pérdida de peso fueron cambios en la dieta y aumentar la actividad física (Tabla 5). Incrementar la actividad física y tomar agua fueron las estrategias cuya prevalencia aumentó entre los dos momentos.

Discusión

Un primer hallazgo de este estudio es que entre los adultos mexicanos con obesidad existió aumento en las prevalencias de diagnóstico y tratamiento de obesidad. Esto podría deberse al énfasis de las políticas y programas institucionales para la valoración sistemática del peso de las personas en los servicios de salud (7, 8).

La probabilidad de recibir diagnóstico fue menor en las personas de la región sur respecto al norte. En los estados del sur las prevalencias de desnutrición proteico-calórica y enfermedades infecciosas son las más altas del país (23). Por lo anterior, es probable que los profesionales de la salud de la región sur puedan no estar enfocados en el

diagnóstico de obesidad puesto que históricamente otras enfermedades han sido más prevalentes.

Las personas de nivel socioeconómico más alto tuvieron mayor probabilidad de recibir diagnóstico y seguir un tratamiento para controlar su peso. Estos hallazgos son consistentes con las disparidades en salud que se han documentado previamente en México (17, 18), en los EUN (15, 16) y Kenia (14). Estas disparidades podrían ser resultado del menor acceso a los servicios de salud por parte de la población de bajo nivel socioeconómico. La menor probabilidad de seguir un tratamiento para obesidad por personas con menor nivel socioeconómico podría deberse a que tienen menor acceso a alimentos de mayor calidad nutricional y más barreras para realizar actividad física (18). Finalmente, socioculturalmente las personas de mayor nivel socioeconómico valoran la delgadez lo que podría llevarlos a buscar atención cuando ganan peso (24).

En comparación con los hombres, las mujeres tuvieron mayor probabilidad de haber seguido algún tratamiento para controlar su peso. Además, mientras que en 2006 no había diferencia entre sexos, para el 2018 las mujeres tuvieron mayor probabilidad de recibir diagnóstico. El hecho de que más mujeres reciban diagnóstico de obesidad podría reflejar que ellas asisten más a los servicios de salud. Los hombres ignoran constantemente los síntomas de enfermedad y evitan buscar ayuda en los servicios de salud (25). Otra razón es que las mujeres tienen mayor presión sociocultural para ser delgadas, lo cual propicia que experimenten mayor preocupación por su apariencia física y, por tanto, más intentos de controlar su cuerpo

(24). Estos resultados también podrían implicar que los profesionales de la salud se enfocan más en el peso de las mujeres que en el de los hombres (26).

Las personas con IMC ≥ 35 kg/m² tuvieron mayor probabilidad de recibir diagnóstico y seguir un tratamiento para pérdida de peso, similar a lo observado en población estadounidense (13). Esto puede reflejar que los profesionales de salud suelen asesorar principalmente cuando perciben que sus pacientes tienen problemas relacionados con el peso o mayor probabilidad de pérdida de peso (i.e, mujeres, mayor nivel educativo o con sobrepeso) (26).

Las personas que informaron haber recibido diagnóstico tuvieron mayor probabilidad de pérdida intencional de peso. Lo cual sugiere el efecto de la intervención de profesionales de la salud (27). Sin embargo, a diferencia de las prevalencias de diagnóstico (51,1% en 2018) y tratamiento (21,4%), la de pérdida de peso continuó siendo baja (10%). La prevalencia de pérdida intencional de peso también ha sido baja en países de alto ingreso. Alrededor de una cuarta parte de personas de EUN con obesidad han presentado pérdida de peso de al menos 5% (28). En población británica (29) la probabilidad de que una persona con obesidad (IMC de 30,0 a 34,9 kg/m²) lograra una reducción de peso del 5% fue de 8,3% en hombres y 10% en mujeres. En esa misma población se observó que, aunque la prevalencia de lograr una reducción de peso del 5% en personas con IMC de 40 a 44,9 kg/m² fue mayor (1,5% en hombres y 14,2 % en mujeres), la mayoría aumentaron de peso por encima de los valores iniciales (52,7 % a los 2 años y el 78,0 % a los 5 años).

Más aún, en nuestro estudio el incremento en la prevalencia de pérdida intencional de peso, sobre todo se concentró en personas con mejores condiciones socioeconómicas. Esto se ha reportado anteriormente en EUN (13, 16). Las bajas prevalencias de pérdida intencional de peso son congruentes con la evidencia que señala que la pérdida de peso es difícil de alcanzar pues existen mecanismos fisiológicos que inician cuando

existe restricción dietética (30). En otras palabras, la regulación del peso sólo se puede modificar cuando las personas tienen condiciones óptimas.

Las estrategias comúnmente utilizadas en adultos mexicanos para pérdida intencional de peso son reducir el consumo de alimentos y aumentar la actividad física. Estas estrategias son las que se han promovido en campañas masivas (8) y sobre las que son capacitados los profesionales de salud para tratar la obesidad (9-11).

Es de notar el incremento en la prevalencia de personas con obesidad que aumentaron la actividad física, lo cual ha sido reportado previamente (31). La prevalencia de personas que tomaron agua como una estrategia de pérdida de peso también incrementó considerablemente. Lo anterior indica que las personas adultas en México están buscando cambios en hábitos que favorecen la salud.

Una fortaleza de nuestro trabajo es que analizamos datos de una encuesta nacional representativa de la población mexicana considerando un periodo de 12 años. Esta investigación también tiene limitaciones que deben ser consideradas para la interpretación de los resultados. Se desconoce la validez de las preguntas sobre acceso a diagnóstico y tratamiento y pérdida de peso. Además, no fue posible determinar el peso (en Kg) que las personas habían perdido intencionalmente. En la ENSANUT no se realizó una evaluación exhaustiva del historial del peso corporal de las personas, tampoco se indagó la adherencia de los participantes a los tratamientos prescritos o sobre experiencias de mantenimiento o reganancia de peso.

Conclusiones

En síntesis, las conclusiones de este estudio son: 1) En México la prevalencia de diagnóstico y tratamiento de obesidad aumentó de 2006 a 2018. 2) Persisten disparidades sociales en estos eventos ya que las personas de bajo nivel socioeconómico, los hombres y las personas de la región sur tienen menos acceso a ellos. 3) La prevalencia de pérdida intencional de peso continuó siendo baja y sólo se incrementó entre los grupos con mejores condiciones socioeconómicas.

Nuestros resultados tienen implicaciones en cuanto a la atención en salud ya que muestran que el incremento en el diagnóstico y el tratamiento de obesidad no

se ha traducido en incrementos similares de pérdida de peso. La baja prevalencia de pérdida intencional de peso observada en este y otros estudios sugiere que las campañas y las guías clínicas sobre la obesidad deben ser modificadas considerando otros enfoques. Actualmente el centro de atención del tratamiento de la obesidad es la pérdida de peso a través de un cambio en el balance energético (comer menos y/o moverse más). Sin embargo, con ello se desconoce que muy pocas personas con obesidad pierden peso (29), además de que la re-ganancia es común (29, 30). En lugar de concentrarse en el peso, convendría poner atención en promover el efecto positivo de ciertas conductas sobre la salud. Es decir, se debe promover que el mejoramiento de la salud se puede propiciar mediante cambios en conductas (alimentación, actividad física y autocuidado); sin que ello requiera la pérdida de peso. Otro elemento que se debe reconocer considerando la desigualdad social de México, es hacer énfasis en cómo las condiciones y calidad de vida impactan en la salud (18), lo cual con frecuencia se ignora al centrarse en la responsabilidad individual que implica el control del peso.

References

1. Shamah T, Romero M, Gaona E; Gómez L, Mendoza L, Méndez I, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19, México: Instituto Nacional de Salud Pública 2020.
2. Organización Mundial de la Salud, Estrategia Mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud, 2004, p, 24.
3. Ciciurkaite G, Moloney ME, Brown RL. The incomplete medicalization of obesity: physician office visits, diagnoses, and treatments, 1996-2014. *Public Health Rep.* 2019;134(2):141-149.
4. Greaney ML, Cohen SA, Xu F, Ward-Ritacco CL, Riebe D. Healthcare provider counselling for weight management behaviors among adults with overweight or obesity: a cross-sectional analysis of National Health and Nutrition Examination Survey, 2011-2018, *BMJ Open.* 2020;10(11):e039295.
5. Wang Y, Zhao L, Gao L, Pan A, Xue H. Health policy and public health implications of obesity in China, *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2021;9(7):446-461.
6. Capehorn MS, Haslam DW, Welbourn R. Obesity Treatment in the UK Health System, *Curr Obes Rep.* 2016;5(3):320-6.
7. Secretaría de Salud, Estrategia Nacional para la prevención y el control del sobrepeso, la obesidad y la diabetes. 1st ed, México: IEPSA; 2013, p, 105.
8. Auditoría Superior de la Federación, Auditoría de desempeño número, 256-DS Prevención y Control de las Enfermedades Cardiovasculares. En Informe del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2015.
9. Secretaría de Salud, Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2018, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la Diabetes Mellitus, México: Diario Oficial de la Federación; 2018.
10. Secretaría de Salud, Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2017, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica, México: Diario Oficial de la Federación; 2017.
11. Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM-037-SSA2-2012, Para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias, México: Diario Oficial de la Federación 2012.
12. Han L, You D, Zeng F, Feng X, Astell-Burt T, Duan S, et al. Trends in self-perceived weight status, weight loss attempts, and weight loss strategies among adults in the United States, 1999-2016, *JAMA NetworkOpen.* 2019;2(11):e1915219.
13. Martin CB, Herrick KA, Sarafrazi N, Ogden CL. Attempts to lose weight among adults in the United States, 2013-2016, *NCHS Data Brief.* 2018(313):1-8.
14. Wernz C, Mkuu RS, Leal N, Stegall R, Wekullo C, Woldu D, et al. Prevalence and predictors of receipt of weight loss advice among a nationally representative sample of overweight and obese Kenyans, *Afr Health Sci.* 2020;20(2):903-911.
15. Galli C, Li T, Racial Differences in Diagnosis of Overweight and Obesity: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2009-2016. *J Racial Ethinc Health Disparities* 2022.
16. Lorts C, Ohri-Vachaspati P. Disparities in who receives weight-loss advice from a health care provider: does income make a difference? *Prev Chronic Dis.* 2016;13: E142.
17. Pérez-Salgado D, Valdes Flores J, Janssen I, Ortiz-Hernández L. Diagnosis and treatment of obesity among Mexican adults. *Obes Facts.* 2012;5(6):937-946.
18. Ortiz-Hernández L, Pérez-Salgado D, Tamez-González S. Socioeconomic inequality and health in Mexico, *RevMedInst Mex Seguro Soc.* 2015;53(3):336-347.
19. Olaiz-Fernández GR-D, J; Shamah-Levy, T; Rojas, R; Villalpando-Hernández, S; Hernández-Ávila, M; et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006, Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006.
20. Instituto Nacional de Salud Pública, Encuesta Nacional de Salud y Nutrición México: Instituto Nacional de Salud Pública URL: <https://ensanut.insp.mx/>.

21. Lohman T RA, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual, Champlaign. II: Human Kinetics 1988.
22. Comité de Nivel Socioeconómico AMAI, Nivel Socioeconómico AMAI 2018, Nota metodológica, 2017.
23. Ochoa Diaz L H. La Frontera Sur de México, ¿una salud en crisis?2018.
24. Schaefer LM, Thompson JK, Self-objectification, and disordered eating: A meta-analysis, *Int J Eat Disord*. 2018; 51(6):483-502.
25. Galdas PM, Cheater F, Marshall P. Men and health help-seeking behaviour: literature review. *J Adv Nurs*. 2005;49(6):616-23.
26. Galuska DA, Will JC, Serdula MK, Ford ES. Are health care professionals advising obese patients to lose weight?. *JAMA*. 1999;282(16):1576-8.
27. Hansen AR, Rustin C, Opoku ST, Shevatekar G, Jones J, Zhang J. Trends in US adults with overweight and obesity reporting being notified by doctors about body weight status, 1999-2016. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2020; 30(4):608-615.
28. Nicklas JM, Huskey KW, Davis RB, Wee CC. Successful weight loss among obese U,S, adults. *Am J Prev Med*. 2012; 42(5):481-485.
29. Fildes A, Charlton J, Rudisill C, Littlejohns P, Prevost AT, Gulliford MC. Probability of an obese person attaining normal body weight: cohort study using electronic health Records. *Am J Public Health*. 2015;105(9):e54-e9.
30. Schwartz MW, Seeley RJ, Zeltser LM, Drewnowski A, Ravussin E, Redman LM, et al. Obesity pathogenesis. *Endocr Rev*. 2017; 38 (4): 267-296.
31. Ortiz-Hernández L, Ayala-Hilario C, Ayala- Guzmán C. Prevalencia de la Práctica Deportiva en Adultos Mexicanos en 2002 y 2014, *Sportk*. 2020; 9(1):55-62, Disponible en: <https://revistas,um,es/sportk/article/view/412521>.

Recibido: 06/06/2022
Aceptado: 01/08/2022

Physicochemical characterization and consumer preference of rice (*Oryza sativa*) varieties grown in Costa Rica

Carolina Guadamuz-Mayorga¹ , Elba Cubero-Castillo² , Alvaro Azofeifa³ ,
Maria Laura Montero⁴ , Adriana Araya-Morice² .

Abstract: Physicochemical characterization and consumer preference of rice (*Oryza sativa*) varieties grown in Costa Rica. Introduction: Rice is a staple food in Costa Rica representing almost 24 % of the total calorie intake in the diet. Consumers have become more quality conscious about the rice consumed, so producers need to focus on the quality of rice along with production. **Objective:** The aim of this study was to investigate the physicochemical profile and consumer preference of five Costa Rican rice varieties: Palmar 18, Basmatiko, Chin Chin, INTA-Miravalles, and CR-5272. **Materials and methods:** Proximate analysis, amylose, and mineral content were performed in the raw grain. Two different sessions were performed (n=120 each) to evaluate consumer preference measurements using the John Brown R-Index (RJB) index. The first sensory panel selected the best cooking preparation and the second, the preferred rice variety. Instrumental color measurements (L*, C*, h°, ΔE) were applied to the cooked rice varieties (76-96°C for 38 min). **Results:** Regarding the physicochemical characterization, INTA-Miravalles showed the highest protein content (8.2%), while Basmatiko and Chin Chin, the lowest. Four varieties presented high amylose content (AC) and INTA-Miravalles reported an intermediate AC. The mineral content varied among varieties. INTA-Miravalles showed the highest N, followed by Palmar 18. The cooking preparation from the regulatory agency was preferred by consumers. The consumers' preference of the varieties ranked from high to low: Basmatiko>Chin Chin=CR5772>Palmar 18=INTA-Miravalles. **Conclusions:** This study suggests that consumer preference for cooked rice was influenced by physicochemical characteristics such as protein, AC, mineral content, and aromatic attributes. Consumer acceptance is an important factor to consider when new varieties are developed. The water-to-rice ratio during cooking played an important role in cooked rice sensory quality. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 185-195.**

Keywords: rice, cooking preparation, preference measurement, proximal analysis.

Resumen: Caracterización fisicoquímica y de preferencia sensorial en variedades de Arroz (*Oryza sativa*) de Costa Rica. Introducción: el arroz es un alimento básico de consumo en Costa Rica que representa casi el 24% de la ingesta total de calorías en la dieta. Los consumidores se han vuelto más conscientes de la calidad del arroz que consumen, por lo que los productores deben enfocar esfuerzos en la calidad y producción del arroz. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue investigar el perfil fisicoquímico y la preferencia del consumidor de cinco variedades de arroz de Costa Rica: Palmar 18, Basmatiko, Chin Chin, INTA-Miravalles y CR-5272. **Materiales y métodos:** Se realizó el análisis proximal, contenido de amilosa (CA) y de minerales en el grano crudo y color instrumental en el arroz cocido. Se realizaron dos mediciones de preferencia de los consumidores (n=120) utilizando el índice R de James Brown (RJB). En la primera se seleccionó el mejor método de preparación y en la segunda, la variedad de arroz preferido. El color instrumental (L*, C*, h°, ΔE) se midió a las variedades de arroz cocinado (76-96°C por 38 min). **Resultados:** Miravalles mostró el mayor contenido en proteínas (8,2%), mientras que Basmatiko y Chin Chin, el menor. Cuatro variedades presentaron un alto CA y el INTA-Miravalles reportó un CA intermedio. El contenido mineral varió entre las variedades. INTA-Miravalles mostró el mayor contenido de nitrógeno, seguido de Palmar 18. El método de cocción del ente regulador fue el preferido por los consumidores. La preferencia de los consumidores por las variedades de mayor a menor fue: Basmatiko > Chin Chin = CR5772 > Palmar 18 = INTA-Miravalles. **Conclusiones:** La preferencia de los consumidores por el arroz cocido se vio influenciada por características fisicoquímicas como proteína, CA, minerales y atributos aromáticos. La aceptación de los consumidores es un factor importante cuando se desarrollan nuevas variedades. La relación agua/arroz durante la cocción desempeñó un papel importante en la calidad del arroz cocido. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 185-195.**

Palabras clave: arroz, método de preparación; análisis sensorial de preferencia; análisis proximal.

¹Agribusiness Department, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Calle 15, Avenida 14., 1 km Sur de la Basílica de los Ángeles., Cartago, 30101, Costa Rica. ²Food Technology Department, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 11-501-2060 San José, Costa Rica. ³ Seeds and Grains Research Center, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 11-501-2060 San José, Costa Rica. ⁴ National Center of Food Science and Technology (CITA), Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 11-501-2060 San José, Costa Rica.
Autor para la correspondencia: Adriana Araya Morice, E-mail: adriana.araya_m@ucr.ac.cr

Introduction

Rice is a staple food for two-thirds of the world's population and one of the most consumed cereals by humans (1). In Costa Rica, rice consumption represents almost 24 % of total calorie intake. This level of consumption accounts for 49 kg



per capita consumption annually (2). Rice also provides around 20 % of dietary protein, approximately 2 % of dietary fat of the daily nutritional requirements, and contributes to nutritionally-significant amounts of micronutrients such as thiamin, riboflavin, niacin, and zinc (3). Oliveira *et al.* (4) have shown that rice protein has high levels of glutamic acid and aspartic acid but lacks lysine. To provide complete, adequate nutrition, other foods are needed. Central American diets are based on rice, beans, and corn, meaning that the knowledge of the nutritional contribution of different rice varieties is essential to help fighting malnutrition. Many factors influence the nutrient content of rice, including the variety, agricultural practices, postharvest conditions and handling, and cooking preparations (5).

The importance of rice in the Costa Rican diet leads to a well-defined consumer behavior with respect to purchase decisions. Tuorila & Hartmann (6) have indicated that consumer purchasing choices are more associated with sensory characteristics, such as taste and hedonics, rather than nutritional benefits. Costa Rican consumers associate the quality of cooked rice with whiteness and textural attributes, especially looseness. Consequently, consumers have become more quality conscious about the rice varieties they consume. Therefore, producers need to focus on the quality of rice along with production (7).

The Costa Rican rice industry determines which varieties are cultivated based on industrial efficiency and sales. However, the industrial rice quality methods have been traditionally empirical, using different cooking preparations but without standardized sensory evaluation techniques. Consequently, the evaluation of new varieties might be complex and questionable.

Several local efforts have been made to improve the rice varieties by plant breeding techniques to develop well adapted varieties to local field conditions. Efforts have focused on good rice quality characteristics (e.g., agronomical yield, disease resistance, industrial yield, and empirical consumer

quality attributes) (data non-published). As a result, some Costa Rican traditional rice varieties currently have appropriate agricultural yields and, therefore, are the most widely cultivated and commercialized varieties include (e.g., "Palmar 18", "Lazarroz FL", and "CR-5272") (2). Other agronomic varieties which have similar cooking and textural characteristics to Palmar 18 could be of agronomical interest, for example "Chin Chin", and "INTA-Miravalles". Other non-traditional aromatic varieties could be of local industrial interest as a novel way to increase profits. For example, the "Basmatico" variety was recently adapted to Costa Rican farming conditions, as an alternative to imported Basmati rice.

A review of literature shows a gap in information related to the chemical and sensory characterization of the abovementioned Costa Rican rice varieties. Physicochemical and sensory characteristics differ among varieties. Moisture and amylose content (AC), starch type, color, grain texture, rupture resistance of the grain and others attributes are deciding factors that affect the quality of cooked rice (8,9). A different chemical composition of rice varieties significantly affects the physicochemical properties, morphology, and cooking properties. AC, amylose: amylopectin relation, cooking techniques, processing methods, ripening and storage, all have a substantial impact on the texture of the cooked rice and therefore the rice sensory profile (10).

The present study aimed to determine the physicochemical characteristics and consumers' preference for five Costa Rican rice varieties, using a cooking preparation based on consumer preference.

Materials and Methods

Materials

Four indigenous indica rice varieties (CR-5272, Palmar 18, Chin Chin, INTA-Miravalles) and one indigenous aromatic variety (Basmatico) were cultivated and harvested in 2017 in Guanacaste, Costa Rica. These varieties were supplied by the rice germplasm bank of the Seeds and Grains Research Center (CIGRAS) of the University of Costa Rica. All aged rice samples were cleaned, milled, and packed in high-density polyethylene bags. The bags were stored at 25 °C until either chemical analysis on the uncooked grains or sensory and physical analysis of the cooked rice were performed. This study was conducted from 2017 to 2018.

Physicochemical Analysis of the Uncooked Grains

Determination of Proximate Composition

The proximate composition of raw grains of the five different rice varieties was determined on a dry basis. The following AOAC standard methods were used: water, protein, fat, ash, content determination (11). Total carbohydrates were calculated by difference.

Determination of Amylose

Amylose content was determined with the colorimetric method described by Morrison & Laignelet (12). An aliquot (1 ml) of starch with urea-dimethylsulphoxide (UDMSO) solution was weighed, and 9 ml ethanol were added from a pipette. After 15 min the tube was centrifuged for 10 min at 2000 g, and the supernatant was decanted. The starch was redissolved by cautiously adding 1 ml UDMSO and mixed. The solution was heated at boiling temperature for 20 min, and then filtered into a 100ml flask with 95 ml of distilled water and 2 ml of I2-KI reagent until color development. The absorbance was measured at 635 nm after 15 min.

Determination of Mineral Composition

Total nitrogen was measured using a dry combustion with autoanalyzer by the DUMAS method (LECO FP-2000, LECO, Germany). Fosforous, calcium, magnesium, potassium, sodium, iron, copper, manganese and boron were determined by inductively-coupled plasma atomic emission (ICP-MS) (NexION® 2000, Perkin Elmer, Spain) (13).

Instrumental Color on cooked rice

The instrumental color was measured with a tristimulus Color Flex EZ (Hunter Lab, USA) in cooked rice samples using the CP chosen in section 2.3.2. Color measurements were done in triplicates. Prior to colour measurements, the instrument was calibrated with a white and black calibration tile. The colorimeter was set to an illuminant condition D65 (medium daylight) and a 10° (field of view) standard observer. Rice grains were selected to assure similar size and arranged in one layer to perform the measurements. Color was expressed as L* (lightness), C* (chroma/saturation), and h° (hue) according to the CIE Lab system. The chroma (C*) value indicates color intensity or saturation, calculated as $C^* = (a^2 + b^2)^{1/2}$, and hue angle (h°) was calculated by $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$. The ΔE was calculated as $\Delta E = \sqrt{(L^2 + a^{*2} + b^{*2})}$ (9).

Measurement of consumers' preference with R-index

Participants

Participants in the study were selected based on their availability and their frequency of consumption of white rice. The participants (age ranged: 18-65 years old) were recruited through social media and purposive sampling on the campus (students, staff, and visitors). The sensory analysis took place at the sensory analysis laboratory of the Department of Food Science, University of Costa Rica (UCR).

Participants were asked to sign an informed consent form in accordance with the sensory procedures of the study that were reviewed and approved by the Scientific Ethics Committee from the UCR (n° VI-4141-2014). The consumers received a compensation for their participation.

A total of 240 consumers participated on Study 1 and 120 consumers on Study 2.

Study 1: Selection of the Cooking Preparation

To determine the most preferred cooking preparation (CP), two different rice blends were used. One blend consisted of 50:50 Palmar 18/CR-5272, and the other 50:50 Palmar 18/ Lazarroz FL. The selection of these blends was done based on two criteria, rice varieties most frequently consumed in Costa Rica (CR-5272, Palmar 18, and Lazarroz FL) and blends that are commercially available in the Costa Rican market (2).

Four different CPs were evaluated for each rice blend (Table 1). Cooking was performed using rice cookers with a controlled temperature of 76-96°C for 38 min.

Two different sessions, with 120 consumers each, were held to evaluate each rice blend. In each session, the consumers tested a total of four cooked samples, each one corresponded to a specific cooking preparation. The cooked rice samples were presented at room temperature (21-25 °C) in a random, counterbalanced order and labeled with three-digit codes. The sensory evaluation was

Table 1: Cooking preparations (CP) evaluated for each rice blend (50:50 Palmar 18: CR-5272; 50:50 Palmar 18: Lazarroz FL).

Cooking preparation	Origin	Rice content	Water content	Salt content	Oil content
CP1	Current Costa Rican rice regulation of RTCR 406:2007 from CONARROZ ^a .	300 g	475 ml	6 g	20 g
CP2	New proposal for the Costa Rican rice regulation.	370 g ^b	625 ml	6 g	15 g
CP3	Labeled cooking instructions from commercial brands.	180 g ^b	250 ml	6 g	20 g
CP 4	Self-developed by the researchers ^c	250 g	350 ml	6 g	20 g

^a National Rice Corporation (CONARROZ). ^b Based on measuring cups. ^cDue to the effect the amount of water used during rice cooking had on the final quality, it was desirable to evaluate proportional increments of added water for the same amount of uncooked rice. Therefore, CP4 was developed by the researchers using an intermediate water value between CP1 and CP3.

conducted in individual booths provided with white light. Water was available for rinsing in between sample tastings.

The consumers' preference for the rice samples was determined using the verbal 9-points hedonic scale (from dislike extremely to like extremely) with "only words" method described by Xia *et al.* (13), with language adaptation to Spanish. The consumers rated their preference, in a paper scale, by placing the sample in front of the appropriate category of the verbal 9-points hedonic scale. In the case that more than one sample was placed on the same category of the scale, the participants were asked to check if the preference within those samples was the same or different. If there was no difference in the preference of the samples, it was a tie and if there was a difference the participants ranked the samples accordingly (14).

The CP with the highest preference was selected for the preparation of samples that were tested on Study 2 and for the determination of color of the five different varieties.

Study 2: Measurement of consumers' preference of the Five Rice Varieties

A total of 120 consumers evaluated the five rice samples: CR-5272, Palmar 18, Chin Chin, INTA-Miravalles, and Basmatico.

Rice samples were presented in random and counterbalanced order and labeled with three-digit codes. Samples were evaluated at room temperature (21-25 °C). The sensory evaluations were made in individual booths under white light and water was used as a palate cleanser. The verbal 9-point hedonic scale was used to rate/rank consumers' preference of the samples.

Data Analysis

Chemical of uncooked grains and color measurements of cooked rice varieties were carried out in triplicate for the five rice varieties. The results are reported as means ± standard deviation. A one-way analysis of variance (ANOVA) test was performed. A mean comparison was performed using Tukey's test when the factor was significant. The statistical analysis was performed using the software JMP v.8 (SAS Institute, USA).

For preference tests, a non-parametric data analysis was carried out. The data from the 9-point hedonic scale was ranked and analyzed using the R-index values as described by Xia *et al.* (13). The rice variety ranked first was considered as the most liked and the one ranked fifth as the least liked. The ranking eliminated the effect of any artifactual ties introduced when the labels on the category scale were replaced by numbers.

The R-index values (John Brown R-Index [RJB]) were calculated by comparing every possible pair, getting

in this case 12 RJB values. The equation to compare product 1 (P1) and product 2 (P2) was:

$$R_{JB} = \frac{P1 - P2}{N} * 100 \quad (1)$$

where,

P1: Product 1

P2: Product 2

X: Counting the number of consumers who placed 'P1' before 'P2' in the rankings

N: Number of judges

A critical value was determined to define statistical differences between cooking preparations using RJB tables with a 0.05 alpha and two tails (15). According to Bi & O`Mahony (14), a significant RJB index, with a critical value of 57.22, means that the first sample was more preferred than the other. If the RJB index is lower than the critical value, there are non-significant differences between both samples. When the RJB index is lower than 50%, the major preference is with the other product.

Results

Physicochemical analysis

The chemical characterization of the four indigenous indica varieties and one aromatic (Basmatiko) is shown in Table 2. Moisture content for the five samples ranged between 11.0 % - 13.0 %. The rice varieties characterized in this study presented protein content values that ranged from 6.6 % to 8.2 %. The fat content of the five varieties ranged from 0.42±0.02 % to 0.75±0.06 % and overall, the carbohydrate content of the varieties ranged from 78.8 % to 81.3 %. Basmatiko showed the highest carbohydrate content compared to the other four varieties.

Four of the five varieties presented high AC values (Table 2), Palmar 18 and Chin Chin were the varieties with the highest values (39.0 % - 41.4 %), while INTA showed an intermediate AC.

Results of mineral content are reported in Table 2. INTA-Miravalles presented the highest

Table 2: Chemical characterization of four Costa Rican indica rice varieties and one aromatic variety.

Parameter (%)	Variety				
	Palmar18	INTA-Miravalles	CR-5272	Chin Chin	Basmatiko
Water (%)	12.69±0.32 ^a	11.07±0.17 ^c	12.36±0.13 ^a	11.77± 0.05 ^b	11.04±0.23 ^c
Protein (%)	7.46±0.15 ^b	8.16±0.07 ^a	7.22±0.19 ^b	6.67±0.20 ^c	6.56±0.12 ^c
Fat (%)	0.65±0.06 ^{ab}	0.75±0.06 ^a	0.42±0.02 ^c	0.58±0.04 ^b	0.63±0.03 ^b
Ashes (%)	0.40±0.01 ^c	0.62±0.04 ^a	0.47± 0.01 ^{bc}	0.53± 0.01 ^{ab}	0.42± 0.07 ^c
Carbohydrates (%)	78.81±0.49 ^d	79.40±0.09 ^{cd}	79.54±0.30 ^c	80.45±0.22 ^b	81.35±0.37 ^a
Amylose (%)	41.40±0.32 ^a	24.69± 0.99 ^d	36.89±0.94 ^b	39.01±2.80 ^{ab}	30.23±2.31 ^c
Minerals					
N (mg/100g)	1910.0±0.06 ^b	2120.0±0.05 ^a	1830.0±0.04 ^{bc}	1740.0±0.05 ^c	1840.0±0.02 ^{bc}
P (mg/100g)	100.0±0.01 ^d	120.0±0.01 ^d	120.0±0.01 ^{bc}	130.0±0.01 ^a	110.0±0.01 ^{cd}
Ca (mg/100g)	ND	ND	ND	ND	10.0±0.00
Mg (mg/100g)	20.0±0.01 ^b	30.0±0.01 ^a	20.0±0.01 ^b	30.0±0.01 ^b	20.0±0.01 ^a
K (mg/100g)	60.0±0.01 ^d	130.0±0.01 ^a	90.0±0.01 ^b	10.0±0.01 ^b	70.0±0.01 ^c
S (mg/100g)	110.0± 0.01 ^a	110.0±0.01 ^a	100.0±0.01 ^a	110.0± 0.01 ^a	110.0±0.01 ^a
Cu (ppm)	5.33±0.58 ^a	6.67±1.52 ^a	9.33±4.01 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±1.00 ^a
Zn (ppm)	16.67±2.31 ^b	18.00±0.00 ^{ab}	16.67±0.58 ^b	18.33±0.58 ^{ab}	20.67±2.08 ^a
Mn (ppm)	11.00±1.00 ^{bc}	15.67±0.58 ^a	9.00±0.00 ^d	10.33±0.58 ^{cd}	12.67±0.58 ^b

Results given in mean ± standard deviation. ND: non detected. Different superscript letter means significant difference $p < 0.05$ in each row.

Table 3: Instrumental color parameters of cooked rice from five rice Costa Rican varieties.

Variety	L*	C*	h°	ΔE*
Basmatiko ¹	79.3±0.8 ^a	9.8±1.6 ^b	65.8 ±3.5 ^{bc}	-
Chin Chin	72.6±9.5 ^a	9.6±0.1 ^b	70.8 ±3.6 ^{abc}	1.6 ±1.4 ^b
CR-5272	72.5±7.9 ^a	11.1±2.4 ^{ab}	71.6 ±5.5 ^{ab}	3.9±1.3 ^a
INTA-Miravalles	77.0±5.1 ^a	12.8±1.3 ^a	74.1 ±2.5 ^a	3.2 ±1.0 ^{ab}
Palmar 18	78.0±1.1 ^a	9.7±1.6 ^b	64.3 ±3.7 ^c	1.7 ±1.0 ^b

Results given in mean ± standard deviation. ¹Used as reference for ΔE. Different superscript letter means significant difference $p < 0.05$ in each column.

level of nitrogen (N); Chin Chin contained the lowest. Calcium (Ca) was only found in the Basmatiko variety. Only non-significant differences of sulfur (S) and copper (Cu) were found among all the varieties, approximately 100 mg/100g for S and from 5.00 to 9.33 ppm for Cu. magnesium (Mg) (167 to 300 ppm), phosphorus (P) (1000 to 1200 ppm), potassium (K) (600 to 1300 ppm), zinc (Zn) (16.7 to 20.7 ppm) and manganese (Mn) (9.0 to 15.7 ppm) were also found.

Color parameters are shown in Table 3. Luminosity (L*) values did not differ significantly between samples, values ranged

from 72.5 to 79.3. Chroma (C*) values (Table 5) were found to be significantly higher in INTA-Miravalles (12.8), compared to Basmatiko, Palmar 18 and Chin Chin (9.6-9.8). The hue values of the five rice varieties ranged from 64° to 74° (Table 5). All varieties presented a ΔE value below 5.

Measurement of consumers' preference with R-index

Study 1: Selection of the Cooking Preparation

Table 4 shows the RJB index of preference for the four cooking preparations. The rice cooked with CP1 was the most preferred by consumers for both rice

Table 4: R_{JB} index of preference evaluation of the four cooking preparations using the 9- point hedonic scale.

Cooking preparation	RJB (%)	
	Palmar 18: CR-5272	Palmar 18: Lazarroz FL
CP1 vs CP2	88.8 *	91 *
CP1 vs CP3	66.3 *	92 *
CP1 vs CP4	59.6 *	73.5 *
CP4 vs CP2	85.9 *	85.5 *
CP4 vs CP3	56.7NS	91.5 *
CP3 vs CP2	75.0 *	48NS
CP3 vs CP4	43.3NS	28.5NS

* significant difference $P < 0.05$ (RJB= 57.22) (15).
 NS: non-significant $p > 0.05$

Table 5: R_{JB} index of liking evaluation of five rice varieties using the 9- point hedonic scale.

Product Pair	RJB (%) ¹
Basmatiko vs INTA-Miravalles	67.5 *
Basmatiko vs Palmar 18	62.1 *
Basmatiko vs Chin Chin	58.3 *
Basmatiko vs CR-5272	52.9
Chin Chin vs Palmar 18	62.5 *
Chin Chin vs INTA-Miravalles	69.6 *
CR-5272 vs Chin Chin	55.4
CR 5272 vs INTA-Miravalles	65.4 *
CR-5272 vs Palmar 18	67.1 *
Palmar 18 vs INTA-Miravalles	56.3

¹ Percentage of consumers giving higher liking score to the first sample of the pair.

* significant difference $p < 0.05$ (RJB= 57.22) (15).

blends (Table 4), followed by the rice cooked with CP4 (developed in this study). Rice cooked with CP3 and CP2 were the least preferred by the consumer panel.

Study 2: Measurement of consumers' preference of the Five Rice Varieties

The preference R index for the comparison of the five rice varieties are presented in Table 5. Only the RJB higher than 50 % are shown, since lower values indicate that the second product is preferred over the first one. Basmatiko was significantly preferred over three of the four varieties. Chin Chin and CR-5272 were significantly preferred over two of the four varieties, without significant differences between these two varieties ($P>0,05$). Palmar 18 and INTA-Miravalles were always the least preferred when compared to Basmatiko, Chin Chin, and CR-5272; however, Palmar 18 was slightly preferred (non-significant) than INTA-Miravalles. The preference order from higher to lower according to the RJB index was: Basmatiko > Chin Chin = CR-5272 > Palmar 18 = INTA-Miravalles.

Discussion

Physicochemical Analysis

Moisture content for the five evaluated rice varieties coincided with the values reported for traditional Costa Rican varieties (16) and those reported in literature for similar rice varieties (7,17). Although moisture content in rice does not significantly affect the textural quality of cooked rice, it plays an important role in the shelf life of the rice. Erma & Rivastav (18) suggest a limit of 12.0 % moisture to assure the stability of rice during a long period of storage.

Regarding the protein content, Basmatiko and Chin Chin showed the lowest protein values ($P>0,05$); therefore, they may provide less nutritional contribution in terms of protein content compared to the other varieties. INTA-Miravalles variety showed the highest percentage of protein. Patindol *et al.* (19) reported similar values for white rice, between 7.3 and 8.3 %.

Carbohydrates are by far the largest component of cooked rice. Milled rice carbohydrate composition is mainly starch while bran retains the fiber content. Basmatiko showed the highest content ($P>0,05$) compared to the other four varieties (Table 2). These findings are in agreement with carbohydrate percentages reported for white rice varieties (7,17).

However, studies have found that, rather than the starch content, the type of starch, specifically the amylose/amylopectin ratio, is the primary influence on the textural properties of cooked rice (20). Several studies have related rice quality to amylose content (AC) and rice texture (21). Lu *et al.* (20) reported that high-amylose rice (higher than 30%) appeared harder and less sticky than low-amylose rice, i.e. waxy rice varieties, those varieties less than 17% AC.

Costa Rican rice consumption habits are linked with very specific cooking quality characteristics. Whiteness and looseness are the attributes that Costa Rican consumers use to define good quality of rice. In Costa Rica, from 2016 to 2017, Palmar 18 was the most harvested variety, not only for its good agronomic characteristics but also because of its good cooking quality according to Costa Rican consumers (2). These characteristics are probably attributable to its high AC (Table 2). On the contrary, the results showed an intermediate AC for the INTA-Miravalles variety, a characteristic which could affect its texture and, therefore, consumer perception.

Although the AC is highly correlated with cooked rice texture, it is not the only factor that affects this parameter, since varieties with similar AC often displayed differences in texture (22). Studies have demonstrated that molecular structure of amylose and amylopectin are also related to hardness, stickiness, and other textural attributes of rice (20,22). Further structural studies might be of interest to determine the textural behavior of the varieties in the present study.

The mineral content is related to the number of ashes in a sample. The five rice varieties contained ash within the established range for white rice, between 0.3 % and 0.8 % (Table 2) (18). Mineral composition of the rice grain depends on the availability of soil nutrients, the degree of milling, and the removal of the outer layer in white rice (7). The high nitrogen (N) content showed for INTA-Miravalles (Table 2) could be linked to lower amylose content in the raw grain

(23), also shown from these results. On the contrary, high N content in Chi Chin variety is related to its high AC.

Ca was only found in Basmatiko variety. According to Verma and Srivastav (7), Ca content is higher for aromatic varieties than indica varieties, so this could explain our finding. This study showed the Ca content of aromatic rice was similar to that of Basmatiko variety. Other minerals S, Cu, Mg, P, K, Zn and Mn showed similar values as the ones reported in the literature for similar varieties. Erma and Rivastav (18) reported slightly lower values than those found in this study for Mg content (100 - 183 ppm) and K (265 - 500 ppm), but similar values for Zn content (9.0-17.0 ppm). Wang *et al.* (23) found Zn (19.4 - 21.4 ppm) and Mn (10.3 - 11.2 ppm) values like those of this study, while Mg (98 - 177 ppm) values were again slightly lower.

Whiteness is one of the most important attributes of white rice (10). Champagne *et al.* (24) found similar values (76.2 -78.1) for Basmati premium rice samples, meaning that the five varieties evaluated in this study had bright colors comparable to those in premium rice.

Higher C* values for INTA-Miravalles are indicative of this variety having a grayer, duller color compared to Basmatiko, Palmar 18 and Chin Chin. Syafutri *et al.* (9) reported lower C* values (from 5.63 to 7.10) affected by cooking preparations and not by rice variety. In contrast, in our study a standardized cooking preparation was used to cook the five varieties; thus, the reported C* differences are related to the varieties, their chemical composition and specific changes each underwent during the cooking process.

INTA-Miravalles, Chin Chin and CR-5272 varieties presented higher h° values, aligning towards green. Hue angles around 60°-70° are towards yellower, greener colors. This range of color angles is expected in polished rice, which turns white color after milling (26).

However, the change in direction towards yellow-green, in combination with a high L*, is perceived as white. Similar values were

found by Syafutri *et al.*, (9) in non-waxy Indonesian rice varieties.

In this study, the comparison reference was Basmatiko, as it turned out to be the preferred sample in the sensory preference test. Only CR-5272 presented a significantly high ($P < 0.05$) ΔE compared to the other three varieties. Nevertheless, as ΔE values in the four varieties were below 5 (Table 5), therefore, the difference can be distinguished but is not obvious (27). Delta E values over 5 units mean that the difference against a reference is evident to the human eye (27). Consequently, the results suggest that color did not affect the consumer preference for the rice varieties evaluated below.

Measurement of consumers' preference with R-index

Study 1: Selection of Cooking preparation

The R index is based on comparisons rather than absolute values (14). The value given to a sample depends on the score of the other samples. Therefore, the results might vary if other cooking preparations are evaluated.

The results of the present study showed that consumers preferred the rice cooked with CP1 rather than CP3 (Table 4). Even though, CP1 is the official rice cooking preparation (16), the rice industry is suggesting, in their rice bag labels, other cooking preparations (CP3). This finding is relevant in promoting the use of the governmental cooking preparation. The amount of cooking water appears to have influenced the consumers' preference. The intermediate water amount of CP1, was probably the just-about-right amount of water required to obtain the preferred cooked rice quality (Table 4). Although CP4 also used intermediate water content, the quantity was not enough to achieve the desired quality of cooked rice. The highest (CP2) and the lowest (CP3) amounts of cooking water negatively impacted the consumer preference.

Several studies have related consumer preference and liking of cooked rice to the preparation used for cooking because of its direct effect on the behavior of the rice kernels during cooking and on the final quality. Also, the cooking quality of rice is influenced by the physical and biochemical characteristics of the raw grain (8,25,28). Thus, selecting the correct cooking preparation based on specific consumer demands is essential for the rice industry. Therefore, the rice industry will be able to provide cooking instructions

to the consumers and to have a consistent quality control tool for the evaluation of rice quality.

Regarding consumer preference, because CPI, the current governmentally approved method, is the technique that resulted in the highest consumer preference, CONARROZ should not modify the established cooking preparation from the current regulations (CPI) to the new proposal (CP2).

Study 2: Measurement of consumers' preference of the Five Rice Varieties

Basmatiko was the most preferred variety. Rice consumers, especially in countries where rice is a staple food, have strong preferences for the sensory characteristics of rice (25). Studies have related aroma and flavour as key attributes of consumer liking of cooked rice (29). Thus, the aromatic attribute of Basmatiko may have been a determining factor in the increased preference for this variety, over the non-aromatic varieties.

It has been demonstrated that flavour is negatively affected by the nitrogen content (30). The high nitrogen content of the INTA-Miravalles variety (Table 2) may explain its lowest preference (Table 5).

On the other hand, in terms of texture characteristics, high AC is related to the looseness and hardness of rice, both important sensory qualities for Costa Rican consumers. The highest ACs were observed in Palmar 18 and Chin Chin; however, Palmar 18 was one of the least preferred varieties. Although the AC is related to texture, the size and arrangement of starch molecular structures might influence the absorption of water during cooking and, therefore, the final texture quality (hardness). Basmatiko, Chin Chin and CR-5272 presented a high AC measurement; such high values suggest that texture accounts for the preference for these varieties. On the other hand, the anticipated lower preference for the INTA-Miravalles variety might be influenced by its intermediate AC (Table 2), and therefore, inferior textural quality.

Chin Chin variety was determined to be the second most liked variety (Table 4). Chin Chin is not commonly cultivated due to inefficient varieties and disease susceptibility, both of which require special agronomic management (31). However, results obtained suggests a higher preference for Chin Chin compared to the most widely cultivated variety (Palmar 18). This preference level points to the potential of Chin Chin as a new variety for commercialization. Further studies must be executed to improve field performance. To the knowledge of these authors, there are no published references of similar studies in rice varieties developed in Costa Rica.

Conclusions

The cooking quality of rice depends not only on the chemical composition of the varieties and rice blends, but also on the method of preparation. The amount of water used during rice cooking is a very important factor that influences consumer preferences. In this study, rice cooked by the official cooking preparation of CONARROZ (CPI) was the most preferred by consumers, probably due to the use of just-about-the-right amount of water. In striving to achieve a prefer quality of cooked rice, the rice industry should choose and recommend CONARROZ cooking preparation to ensure optimal consumer satisfaction, along with Chin Chin as a potential new variety for commercialization. The results of this study contribute to the literature by relating information about physicochemical characteristics of Costa Rican rice varieties to consumer preference, and it demonstrates that the chemical characterization and the preference measurement play important roles in the selection of new rice varieties, rather than only using the agronomical improvement approach traditionally applied.

Funding

This work was supported by the University of Costa Rica under the grant [735- B7-055].

Acknowledgments

These authors acknowledge Carolina Cortés, from the Laboratory of Chemistry of CITA, for the chemical analysis contribution and Elizabeth Siler, from the

Washington State University, for the editing and proofreading contribution to this paper.

Conflict of interest

The authors state that there are no conflicts of interest.







References

1. Chaudhari PR, Tamrakar N, Singh LN, Tandon A, Sharma D. Rice nutritional and medicinal properties: A review article. *J Pharmacogn Phytochem*. 2018;7(2):150–156.
2. Corporación Arrocera Nacional [CONARROZ]. Informe estadístico período 2017/2018 [Internet]. 2018 [cited 2019 Jun 18]. Available from: https://www.conarroz.com/userfile/file/INFORME_ANUAL_ESTADISTICO_PERIODO_2017_2018.pdf
3. Kennedy G, Burlingame B, Nguyen VN. Nutritional contribution of rice: impact of biotechnology and biodiversity in rice-consuming countries. Bangkok; 2002.
4. Oliveira LC, Lima DCN, Bailoni MA, Risso EM, Schmiele M, Steel CJ, et al. Physical Characteristics, Nutritional Quality, and Antioxidant Potential of Extrudates Produced with Polished Rice and Whole Red Bean Flours. *Cereal Chem*. 2017;94(1):74–81.
5. Khatoon N, Prakash J. Nutritional Quality of Microwave and Pressure Cooked Rice (*Oryza sativa*) Varieties. *Food Sci Technol Int*. 2006;12(4):297–305.
6. Tuorila H, Hartmann C. Consumer responses to novel and unfamiliar foods. *Curr Opin Food Sci*. 2020;33:1–8.
7. Verma DK, Srivastav PP. Proximate Composition, Mineral Content and Fatty Acids Analyses of Aromatic and Non-Aromatic Indian Rice. *Rice Sci*. 2017;24(1):21–31.
8. Mestres C, Briffaz A, Valentin D. Rice cooking and sensory quality. In: Bao J, editor. *Rice*. 4th ed. Hangzhou, China: AACCI. Published by Elsevier Inc. in cooperation with AACCI International; 2019. p. 385–426.
9. Syafutri MI, Pratama F, Syaiful F, Faizal A. Effects of Varieties and Cooking preparations on Physical and Chemical Characteristics of Cooked Rice. *Rice Sci*. 2016;23(5):282–286.
10. Yanjie X, Yining Y, Shuhong O, Xiaoliang D, Hui S, Shukun J, et al. Factors Affecting Sensory Quality of Cooked japonica Rice. *Rice Sci*. 2018;25(6):330–339.
11. AOAC International. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists; 1999.
12. Morrison WR, Laignelet B. An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J Cereal Sci*. 1983;1(1):9–20
13. Phan-Thien K-Y, Wright GC, Lee NA. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) and -optical emission spectroscopy (ICP-OES) for determination of essential minerals in closed acid digestates of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Food Chem*. 2012;134(1):453–460.
14. Xia Y, Song J, Zhong F, Halim J, O'Mahony M. The 9-point hedonic scale: Using R-Index Preference Measurement to Compute Effect Size and Eliminate Artificial Ties. *Food Res Int*. 2020;133:109140.
15. Bi J, O`Mahony M. Updated and extended table for testing the significance of the r-index. *J Sens Stud*. 2007;22(6):713–720.
16. MEIC/MAG/MS. Reglamento Técnico RTCR 406 : 2007 . Arroz en Granaza . Especificaciones y Métodos de Análisis para la Comercialización e Industrialización. Costa Rica; 2007.
17. Kariyawasam TI, Godakumbura PI, Prashantha MAB, Premakumara GAS. Proximate composition , calorie content and heavy metals (As , Cd , Pb) of selected Sri Lankan traditional rice (*Oryza sativa* L.) Varieties. *Procedia Food Sci* 2016; 6: 253-256
18. Erma DK V, Rivastav PPS. ScienceDirect Proximate Composition , Mineral Content and Fatty Acids Analyses of Aromatic and Non-Aromatic Indian Rice. *Rice Sci*. 2017;24(1):21–31.
19. Patindol J, Gu X, Wang YJ. Chemometric analysis of cooked rice texture in relation to starch fine structure and leaching characteristics. *Starch/ Staerke*. 2010;62:188–197.
20. Lu S, Cik T-T, Lii C, Lai P, Chen H-H. Effect of amylose content on structure, texture and α -amylase reactivity of cooked rice. *LWT - Food Sci Technol*. 2015; 54(1): 224–228.
21. Tao K, Yu W, Prakash S, Gilbert RG. High-amylose rice: Starch molecular structural features controlling cooked rice texture and preference. *Carbohydr Polym*. 2019;219:251–260.
22. Li H, Gilbert RG. Starch molecular structure : The basis for an improved understanding of cooked rice texture. *Carbohydr Polym*. 2018;195:9–17.
23. Ata-UI-Karim ST, Zhu Y, Cao Q, Rehmani MIA, Cao W, Tang L. In-season assessment of grain protein and amylose content in rice using critical nitrogen dilution curve. *Eur J Agron*. 2017;90:139–151.
24. Wang KM, Wu JG, Li G, Zhang DP, Yang ZW, Shi CH. Distribution of phytic acid and mineral elements in three indica rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *J Cereal Sci*. 2011;54(1):116–121.
25. Champagne E, Bett-garber K, Fitzgerald M, Grimm C, Lea J, Ohtsubo K, et al. Important Sensory Properties Differentiating Premium Rice Varieties. *Rice*. 2010;3:270–281.
26. Itani T, Tamaki M, Arai E, Horino T. Distribution of Amylose, Nitrogen, and Minerals in Rice Kernels with Various Characters. *J Agric Food Chem*. 2002 Sep 1;50(19):5326–5332.
27. Obón J, Castelar M, Alacid M, Fernández J. Production of a red-purple food colorant from *Opuntia stricta*

- fruits by spray drying and its application in food systems. *J Food Eng.* 2009;90:471–479.
28. Yu L, Turner MS, Fitzgerald M, Stokes JR, Witt T. Review of the effects of different processing technologies on cooked and convenience rice quality. *Trends Food Sci Technol.* 2017;59:124–138.
 29. Kwak HS, Kim M, Lee Y, Jeong Y. Identification of key sensory attributes for consumer acceptance and instrumental quality of aseptic-packaged cooked rice. *Int J Food Sci Technol.* 2015 Mar 1;50(3):691–699.
 30. Kang M-Y, Rico CW, Kim C-E, Lee S-C. Physicochemical Properties and Eating Qualities of Milled Rice from Different Korean Elite Rice Varieties. *Int J Food Prop.* 2011 Mar 29;14(3):640–53.
 31. Morales C. Variedades de arroz adaptadas a los sistemas de secado en laderas. *Alcances Tecnológicos.* 2016;11(1):49–57.

Recibido: 24/04/2022
Aceptado: 01/07/2022

Techno-functional properties and antioxidant capacity of the concentrate and protein fractions of *Leucaena* spp. seeds

Beatriz Noyola-Altamirano¹ , Lilia Leticia Méndez-Lagunas¹ , Juan Rodríguez-Ramírez¹ ,
Sadoth Sandoval-Torres¹ , Laura Victoria Aquino-González¹ , Luis Gerardo Barriada-Bernal² .

Abstract: Techno-functional properties and antioxidant capacity of the concentrate and protein fractions of *Leucaena* spp. seeds. **Introduction:** The use of vegetable proteins as ingredients in food systems is based on their functional properties. The water and oil holding capacity, foaming, and emulsifying capacity/stability, and antioxidant assay of the protein fractions - albumins, globulins 7S/11S, glutelins and prolamins - isolated from leucaena seed were evaluated. **Objective:** The objective of this study was to evaluate the functional properties and antioxidant capacity of the concentrate and protein fractions of ripe *Leucaena* spp. seeds. **Materials and methods:** Ripe *leucaena* seeds were collected and evaluated in Oaxaca, Mexico (16°59'21"N 96°43'26"O) during the months of February-April 2021. The protein concentrate was isolated by isoelectric precipitation (pH=9, pH=4). The albumins, globulins, glutelins and prolamins were isolated based on their solubility properties in different extracting solutions. **Results:** Glutelins constituted the main protein fraction (75.88%). Prolamins were not found. The glutelins fractions showed the highest oil holding capacity (0.93±0.08 mL g⁻¹). The albumins fraction had the highest water holding capacity (2.53±0.15 mL g⁻¹), foaming capacity and foam stability (71.83±1.26 % and 70.00±0.00%, respectively) and antioxidant capacity (18.09±0.88%). The globulins exhibited the highest emulsifying capacity and emulsion stability (56.83±1.76% and 55.67±1.20%, respectively). **Conclusions:** The concentrate and protein fraction of leucaena seeds showed different techno-functional and antioxidant properties of interest for the food industry, like those showed by other commercial vegetable proteins. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 196-204.**

Keywords: *Leucaena* spp., antioxidant capacity, protein fractions, techno-functional properties.

Resumen: Propiedades tecno-funcionales y capacidad antioxidante del concentrado y fracciones proteicas de semillas de *Leucaena* spp. **Introducción:** El uso de proteínas vegetales como ingredientes en sistemas alimentarios se basa en sus propiedades funcionales. Se evaluó la capacidad de retención de agua y aceite, la capacidad/estabilidad espumante y emulsionante y el ensayo antioxidante de las fracciones proteicas -albúminas, globulinas 7S/11S, glutelinas y prolaminas- aisladas de las semillas de leucaena. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades funcionales y la capacidad antioxidante del concentrado y las fracciones proteicas de las semillas maduras de *Leucaena* spp. **Materiales y métodos:** Las semillas maduras de leucaena fueron recolectadas y evaluadas en Oaxaca, México (16°59'21"N 96°43'26"O) durante los meses de febrero-abril del año 2021. Se usó harina de leucaena desgrasada para la preparación de las fracciones proteicas. El concentrado proteico se aisló por precipitación isoelectrónica (pH=9, pH=4). Las albúminas, globulinas, glutelinas y prolaminas se aislaron en función de sus propiedades de solubilidad en diferentes soluciones de extracción. **Resultados:** Las glutelinas constituyeron la principal fracción proteica (75,88%). No se encontraron prolaminas. La fracción de glutelinas mostró la mayor capacidad de retención de aceite (0,93±0,08 mL g⁻¹). La fracción de albúminas presentó la mayor capacidad de retención de agua (2,53±0,15 mL g⁻¹), capacidad espumante y estabilidad de la espuma (71,83±1,26% y 70,00±0,00%, respectivamente) y capacidad antioxidante (18,09±0,88%). Las globulinas mostraron la mayor capacidad emulsionante y estabilidad de la emulsión (56,83±1,76 y 55,67±1,20%, respectivamente). **Conclusiones:** El concentrado y las fracciones proteicas de las semillas de leucaena mostraron diferentes propiedades tecno-funcionales y antioxidantes de interés para la industria alimentaria, similares a los reportados por diversas proteínas vegetales comerciales. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 196-204.**

Palabras clave: *Leucaena* spp., capacidad antioxidante, fracciones proteicas, propiedades tecno-funcionales.

Introduction

Nowadays the vegetable proteins are intensively used in human and animal food formulations as a functional ingredient (1). Seed proteins of legumes can be used to improve nutritional quality,

¹Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional; Unidad Oaxaca. Hornos 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. ² Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Hornos 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

Autor para la correspondencia: Beatriz Noyola-Altamirano, E-mail: bnoyolaa2000@alumno.ipn.mx



techno-functionality and the nutraceutical properties in food formulations (2). Most research and development efforts have been conducted in legume seeds such as soybeans, peas and common beans (3), but for other non-commercial legumes seeds such as leucaena, research has been minimal (4), this could be due to the fact that the leucaena plant is mainly used in the feeding of cattle as important part of the protein intake(5), and the presence of anti-nutritional factors, such as tannins and mimosine, minimize its use in the industry (6), so it is necessary to generate strategies to reduce risks and maximize its nutritional and functional advantages.

Leucaena is a fast-growing leguminous tree that belongs to the *Fabaceae* (*Leguminosae*) family. It is a legume with multiple blooms events in a year end highly adaptable to multiple environmental/soil conditions (7). Leucaena is used mainly for fodder and timber (8,9), and the humans have also eaten its seeds (4). The protein fraction in seeds of leucaena has been reported in a range of 24.50% to 46.00% per seeds dry weight (4,10). It has been indicated that Leucaena seed flour has water and oil absorption capacity, but no studies have been conducted on the protein fraction (4).

The aim of this study was to identify the techno functional properties of the protein fractions of leucaena seeds (*Leucaena* spp.)

Materials and methods

Collection of plant material

Ripe *Leucaena* spp. seeds were collected in Oaxaca, Mexico (16°59'21"N 96°43'26"O) during the months of February-April 2021.

Pre-treatment of plant material

Ripe seeds were removed from their pods and cleaned in a commercial solution of 5% (v/v) sodium hypochlorite. Subsequently, the seeds were subjected to a convective drying process (40°C) until they reached a humidity of less than 10%. Seeds were reduced to particulate material less than 0.149 mm and stored at 25°C.

Protein concentrate

The total protein fraction was obtained according to the methodology of Ohara *et al.* (2020)(11) with some modifications. The flour was suspended in distilled water 1:10 (w/v); the pericarp was removed by centrifugation (453 x g). The pH of the suspension was fixed at 9.0 by adding 0.1N of sodium hydroxide. The suspension was shaken for 1 hour at room temperature (25°C). The non-protein fraction was removed by centrifugation (453 x g). The supernatant was recovered, and the pH of the solution was adjusted to 4.0 with hydrochloric acid 1N (isoelectric protein point). The precipitated protein fraction was recovered by centrifugation (453 x g) and stored at 25°C.

Protein fractions

The methodology of Maldonado-Cervantes *et al.* (2010) (12) with certain modifications was used to isolate the albumins, the 7S/11S globulins, the prolamins and the glutelins.

Leucaena seed protein fractions were extracted from defatted flour. The extraction was performed sequentially. Albumins were extracted with distilled water; the flour/water (1:10, w/v) suspension was stirred for 30 min and centrifuged at 453 x g for 20 min. The supernatant was collected and kept at -5 °C until used. The pellet was dissolved in 0.1 M NaCl, 10 mM K₂HPO₄ at pH 7.5, and 1 mM EDTA; it was stirred and centrifuged as described above, and the supernatant was considered to be the 7S globulin fraction. The pellet was then used for extraction of the 11S globulin fraction; after the pellet was dissolved in 0.8 M NaCl, 10 mM K₂HPO₄ at pH 7.5, and 1 mM EDTA, the mixture was stirred and centrifuged as described above. The resulting pellet was dissolved in 50% methanol; it was stirred and centrifuged as described above, the supernatant was the prolamin fraction. The glutelin fraction was extracted from the last pellet with 0.1 M NaOH. The protein fractions were dehydrated in a convection oven at 60°C to reach 10% humidity and stored at 25°C.

Protein content

The protein concentration was determined by the 955.04 AOAC method (13), using the nitrogen conversion factor of 5.7.

Evaluation of techno-functional properties

Water and oil holding capacity were evaluated according to the methodology of Wang and Kinsella (1976)(14), with some modifications.

Water holding capacity (WHC)

Distilled water (5 mL) was added to 0.50 g of each protein fraction evaluated in a graduated volumetric vessel. The initial volume occupied only by the distilled water was registered. The sample was dispersed by ultrasonic pulses (44 KHz, 200W) for one minute. The resulting suspension was vortexed for 30 minutes at room temperature (25°C) and centrifuged (453 x g for 25 min). The volume of water below the suspension formation line was recorded and compared with the initial volume (distilled water level). The volume of water absorbed was expressed as milliliters of water absorbed per gram of dry protein fraction (mL g⁻¹).

Oil holding capacity (OHC)

Virgin olive oil (3mL) was added to 0.50 g of the sample in a graduated volumetric vessel. The initial volume occupied by the vegetable oil was registered. The sample was dispersed by ultrasonic pulses (44 KHz, 200W) for one minute. The resulting suspension was vortexed for 30 minutes at room temperature (25°C) and centrifuged (453 x g for 25 min). The volume of oil below the suspension formation line was recorded and compared with the initial volume. The volume of free oil absorbed was expressed in milliliters of oil absorbed per gram of dry protein fraction (mL g⁻¹).

Emulsifying properties

Emulsifying properties were evaluated according to the methodology of Chaparro *et al.* (2014)(15) with some modifications. In a graduated volumetric vessel, 0.70 g of the sample was dispersed in 10 mL of distilled water. A homogeneous suspension was formed by stirring using low-intensity ultrasonic pulses (44 KHz, 200W). Ten milliliters of virgin olive oil were added to the homogeneous suspension. The formation of an emulsion was promoted for one minute by vortex agitation. The emulsion was divided equally in two graduated volumetric containers of equal characteristics. The first vessel was centrifuged at 453 x g for 5 minutes. The volume of the resulting emulsion interface was quantified. The emulsifying capacity of the sample (EC) was calculated using Equation 1. The second volumetric vessel was heated

in a water bath for 30 minutes at 80°C; the temperature was then lowered in an ice bath until 15°C was reached. It was then centrifuged at 453 x g for 5 minutes, and the volume of the resulting emulsion interface was quantified. The emulsion stability (ES) was calculated using Equation 2.

$$EC (\%) = \frac{(\text{height of the emulsion layer})}{(\text{total height})} \times 100$$

(Equation 1)

$$ES (\%) = \frac{(\text{height of the emulsion layer after heating})}{(\text{total height})} \times 100$$

(Equation 2)

Foaming properties

Foaming properties were evaluated according to the methodology of Kumar *et al.* (2014)(16) with some modifications. A suspension was formed in a graduated volumetric vessel with 0.5g of the sample and 30 mL of distilled water. The suspension was vortexed for 5 minutes at room temperature (25°C) to immediately register the volume of foam generated. Foaming capacity (FC) was calculated using Equation 3. To determine foaming stability (FS), the decrease in foam volume after 1 hour of resting at room temperature was recorded. The stability of foam formed was calculated using Equation 4.

$$FC (\%) = \frac{(\text{volume after shaking} - \text{volume before shaking})}{(\text{volume before shaking})} \times 100$$

(Equation 3)

$$FS (\%) = \frac{(\text{volume after rest} - \text{volume before shaking})}{(\text{volume before shaking})} \times 100$$

(Equation 4)

Antioxidant capacity

Antioxidant activity was determined using the methodology of Brad-Williams *et al.* (1995) (17) with some modifications. The reaction mixture consisted in a 100 mL of 2.50 mg mL⁻¹ of a solution of the protein fraction diluted in a methanol-water (80% v/v) solution. Then, 2.90 mL of 2, 2-difenil-1-picrylhydrazyl solution, DPPH* (0.039 mg

mL⁻¹) were added. The reaction mixture was vortexed and stored for 30 minutes in the dark at 25°C. The reaction mixture was evaluated by spectrophotometry at a wavelength of 517 nm. The antioxidant capacity (AC) was determined using Equation 5.

$$AC (\%) = \frac{(\text{absorbance of the blank} - \text{absorbance of the sample})}{(\text{absorbance of the blank})} \times 100$$

(Equation 5)

Statistical analysis

Extraction, characterization, and evaluation assays were performed in triplicate. A one-factor analysis of variance and Tukey's test ($p=0.05$) were performed with Statistica 7.0 software.

Results

Protein content in protein concentrate

The protein content of leucaena seed flour was 35.35 ± 0.49 g 100 g_{db}⁻¹. The protein content of the concentrate protein fraction was 72.42 ± 1.21 g 100 g_{db}⁻¹.

Seed protein fraction composition

Glutelins were the highest fraction in the protein isolated from leucaena seeds, followed by albumins (Table 1). No prolamin fraction was registered.

Table 1: Proportion of the protein fractions

Protein fraction	Extracted protein (%)
Albumins	13.76±0.06 ^b
Globulins 7S	5.81±0.04 ^a
Globulins 11S	4.55±0.06 ^a
Glutelins	75.88±0.48 ^c
Total	100

Different superscripts indicate significantly different means (Tukey, 0.05). The mean of 3 repetitions ± standard deviation is reported.

Water holding capacity (WHC)

The protein concentrate showed a water holding capacity of 1.30 mL g_{db}⁻¹, whereas the albumin protein fraction exhibited the highest water holding capacity: 2.53 ± 0.15 mL g⁻¹.

Oil holding capacity (OHC)

The protein concentrate showed an oil holding value of 0.33 mL g_{db}⁻¹. The glutelin protein fraction reached the highest value of oil holding capacity: 93 mL g⁻¹.

Emulsifying properties

The emulsifying capacity values of the leucaena protein concentrate (Table 2) were higher than those reported by Rosida *et al.* (2016) (18), from 47.7 to 50.20%. The protein concentrate, the globulins 11S and the glutelins have the highest emulsifying values of the protein fractions evaluated.

Table 2: Functional properties of flour, concentrate and protein fractions

Propertiest†	Flour	Protein concentrate	Albumins	Globulin 7S	Globulin 11S	Glutelins
WHC (mL g ⁻¹)	3.00±0.06 ^c	1.30±0.09 ^a	2.53±0.15 ^b	1.00±0.10 ^a	1.20±0.20 ^a	1.00±0.00 ^a
OHC (mL g ⁻¹)	2.38±0.03 ^c	0.33±0.06 ^a	0.46±0.04 ^a	0.45±0.05 ^a	0.46±0.03 ^a	0.93±0.08 ^b
EC (%)	55.73±0.38 ^{ab}	72.27±0.64 ^d	27.78±0.23 ^c	50.0±0.00 ^a	56.83±1.76 ^b	54.33±5.13 ^{ab}
ES (%)	61.04±1.80 ^d	55.56±1.30 ^a	16.67±0.80 ^b	44.00±2.60 ^c	55.67±1.20 ^a	55.00±0.00 ^a
FC (%)	66.76±0.87 ^d	99.33±0.58 ^f	71.83±1.26 ^e	24.33±0.58 ^b	63.67±1.53 ^c	8.20±0.61 ^a
FS (%)	98.50±0.50 ^f	74.67±2.10 ^e	70.00±0.00 ^d	16.67±0.60 ^b	22.33±0.60 ^c	0.00±0.00 ^a
AC (%)	24.2±1.90 ^c	20.83±1.19 ^b	18.09±0.88 ^b	5.26±0.22 ^a	6.89±1.06 ^a	6.41±0.55 ^a

Different superscripts indicate significantly different means (Tukey, 0.05). † WHC= Water holding capacity; OHC= Oil holding capacity; EC= Emulsion capacity; ES= Emulsion stability; FC= Foaming capacity; FS= Foaming stability; AC=Antioxidant capacity. The mean of 3 repetitions ± standard deviation is reported.

Foaming properties

The foaming activity of the protein concentrate (Table 2) was similar to the results reported by Wani *et al.* (2015) (19) for the protein fraction from various common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties (76-102%). Rosida *et al.* (2016) (18) reported a foaming activity of 9.8% for *Leucaena leucocephala* protein concentrates. The albumin protein fraction showed the highest values for foaming capacity and foaming stability with respect to the other protein fractions.

Antioxidant capacity

Whole flour has the highest antioxidant capacity (Table 2). The albumin fraction had the better antioxidant capacity of all protein fractions evaluated.

Discussion

The protein content of leucaena seed whole flour (35.35±0.49%) was higher than the average protein content from other commercial legumes, such as common beans, 17.5-28.7 %; lentils, 21.7-31.4 %; and chickpeas 12.4-30.6 % (20). The protein profile of the *leucaena* seed whole seed is then similar to other seeds of dicotyledonous legumes, such as common beans, where the fraction of globulins and albumins is considered the highest protein fraction (21). In monocotyledonous, the glutelin fraction is the principal reserve protein and it is the highest protein fraction in some cereals such as rice (22). The albumins fraction from legumes seeds is reserve proteins fraction (23) or proteins fraction with a specific metabolic role, such as the degradation of reserve proteins during germination (24).

The protein concentrate had a water holding capacity of 1.30 mL g_{db}⁻¹, similar to values reported by Boye *et al.* (2010) (26) for legume protein concentrates of peas, lentils and chickpeas in a range of 0.60-2.70 mL g_{db}⁻¹. Rosida *et al.* (2016) (18) reported for leucaena seed isolates water holding values of 3.12-3.22 mL g_{db}⁻¹. The albumin fraction water holding capacity was 2.53 mL g_{db}⁻¹; higher than the reported by Sánchez-Mendoza *et al.* (2017) (27), for *Inga Paterno*, 1.73 mL g_{db}⁻¹. The water holding capacity (WHC) of a food matrix or a protein is a physical property of their three dimensional structure that prevents its inner water to be released by an external force, such as pressing, centrifugation, or heating (28). According to Kinsella and Whitehead (1989) (29), at least six mechanisms of water protein

association, referred to the water holding property, can be distinguished: 1) structural water; 2) hydrophobic hydration; 3) monolayer water; 4) un-freezable water; 5) capillary water and 6) hydrodynamic hydration water and the amount of water associated with a protein structure depends on factors, such as its amino acid composition, number of exposed polar groups, surface hydrophobicity, pH value, ionic composition and strength, temperature, and concentration.

In a food matrix, protein-bound internal water molecules do not represent a significant quantity of the total water amount (e.g., in meat, they represent about 5 % of the total water amount). The rest of the water molecules are entrapped to another food matrix component (e.g. oils, starch and other solutes) to the physical structure of the matrix or they are free (30). The analysis of the water holding capacity is fundamental in developing a food matrix texture, especially in minced meat products and baked dough (31). Protein ingredients with a high WHC increase their viscous behavior and can be used in soups, sauces, doughs and baked goods (32). Protein ingredients with very low WHC may dehydrate other ingredients in a food system or can be more sensitive to storage humidity (33).

The protein concentrate showed an oil holding capacity of 0.33 mL g_{db}⁻¹, which is lower than that reported by Rosida *et al.* (2016), 1.20 g g_{db}⁻¹, for *Leucaena leucocephala*. The protein fractions of albumins and 7S and 11S globulins, report average values of 0.45 mL g_{db}⁻¹, while Sanchez Mendoza *et al.* (2017) (27) reports for *Inga paterno* higher comparative values, 0.92 and 3.8 mL g_{db}⁻¹, respectively. The OHC behavior is affected by several factors like protein source, size and protein concentration and the no polar amino acid-lipid interactions (the amino acid bond to the hydrocarbon side chains of the oil). This property is very important in flavor retention and texture in the preparation of fried foods, baked goods and several applications to improve the batter, flavor and emulsions food characteristics (23, 24). A high OHC of the protein fraction in a food matrix decreases

the development of oxidative rancidity and increases the stability of products during storage (20).

The emulsifying capacity values of the leucaena protein concentrate (72.27%) were higher than those reported by Rosida *et al.* (2016)(18) for *Leucaena leucocephala* protein concentrates (47.7-50.20%), as well as those reported by Wani *et al.* (2014) (19), 15.71 - 48.92 %, for common bean protein concentrates. The albumin fraction has emulsifying capacity values of 27.78 % and the 7S and 11S globulin fraction, values of 50 and 56.83% respectively; these values are higher than those reported by Sánchez-Mendoza *et al.* (2017)(27) for *Inga paterno* albumins and globulins, with ranges between 1-3% and 4-40%, respectively. This capacity was influenced by pH, being favored when the medium is alkalinized. Proteins are amphiphilic molecules that facilitate the formation of the emulsion, reducing the surface tension between the non-polar and polar phases. Their ability to be adsorbed at the interface of oil or air droplets allows for the development of stable films and dispersions, thus acting as emulsifiers. The dispersion of oil droplets in an aqueous medium or the surrounding of air cells with a film leads to the formation of emulsions and foams, respectively (35). The emulsifying capacity is directly influenced by several intrinsic protein attributes such as molecular weight, conformational stability, water solubility, amino acid composition and the hydrophobicity-hydrophilicity ratio at the surface, as well as by external parameters such as pH, temperature and ionic strength (36). This property is of great importance in salad dressings and meat products as indicated by Betancur-Ancona *et al.* (2004) (37). In foods, emulsions are of the oil-in-water type, such as milk and mayonnaise, or water-in-oil type such as butter and margarine (38).

The foaming activity of the protein concentrate (99.33±0.58%) was in accordance with the results reported by Wani *et al.* (19), for the protein fraction from various common bean varieties (76-102%). By contrast, Rosida *et al.* (2016)(18) reported a foaming activity of 9.8% for *Leucaena leucocephala* protein concentrates. In relation to fractions, the

albumin fraction exhibited the highest values of foaming capacity and foaming stability (71.83±1.26%, 70.00±0.00%, respectively). It has been reported that albumins, globulins and defatted bean meal have shown above 65%, Lawal *et al.* (2005) (39), while values of 84.6 and 42.4% were reported for albumins and globulins obtained from *Ginkgo biloba*, respectively, under basic conditions (pH between 8 and 9)(40). Vani and Zayas (1995) (28) indicate that the expansion and stability of the foam are directly correlated with the protein concentration. The proteins change the viscosity of the continuous phase and promote foam expansion and stability. In a protein foaming system, three sequential stages are involved: 1) initially, the soluble globular proteins diffuse to the air-water interface; 2) the protein concentrates and the surface tension is reduced; 3) a concurrent reorientation of the polypeptides forms a continuous film (41). This property is important in the production of beer, bread, whipped cream, ice cream, meringues, candies, icings, fudges, nougats, etc. (42).

Dueñas *et al.* (2007) (43) studied the antioxidant capacity present in the lentil testa and cotyledon and observed that this capacity was mainly due to flavonoid compounds. Bravo-Delgado *et al.* (2019) (4) conducted DPPH* assays on hot air-dried leucaena flour (60°C/12 hours) and reported a 90.70% of inhibition; this value contrasts with the one obtained during this study, 20.83±1.19 %. It could be explained by the variety, the geographical location, the cultural practices of the region and the type of drying used (44). Román-Cortés *et al.* (2014) (45) reported values of 91.70% inhibition of fresh leucaena seed flour. In this case, the degree of seed maturity could influence the polyphenols content and the antioxidant capacity of the leucaena seed. Boukhanouf *et al.* (2016) (46) found a decrease in polyphenols content of 55.1% between mature and immature pods of *Vicia faba*.

Conclusions

The evaluation of the functional properties of the flour, concentrate and protein fractions derived from the leucaena seed, allows identifying its potential as a food matrix functional ingredient. The main protein fraction of the leucaena seed was glutelins (the highest oil holding capacity). The albumins had the highest water holding and foaming capacities and stability, whereas the globulins exhibited the highest emulsifying capacity and stability.

Acknowledgments

I would like to thank the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) and the Instituto Politécnico Nacional (IPN) for the facilities and financial support provided for this manuscript.

Conflict of interest statement

The authors report the non-existence of any conflict of interest with any public institution, private corporation/company, or another research group.

References

1. Releases P. Tate Lyle y Nutriati firman alianza para la distribución de proteína y harina de garbanzo. 2021;. Disponible en: <https://www.tateandlyle.com/latames/news/tate-lyle-y-nutriati-firman-alianza-para-la-distribucion-de-proteina-y-harina-de-garbanzo>. 2021. p. 22-3.
2. Wali A, Mijiti Y, Yanhua G, Yili A, Aisa HA, Kawuli A. Isolation and Identification of a Novel Antioxidant Peptide from Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Sprout Protein Hydrolysates. *Int J Pept Res Ther* 2021;27(1):219-227. <https://doi.org/10.1007/s10989-020-10070-2>
3. Moreno-Valdespino CA, Luna-Vital D, Camacho-Ruiz RM, Mojica L. Bioactive proteins and phytochemicals from legumes: Mechanisms of action preventing obesity and type-2 diabetes. *Food Res Int* 2020;130:108905. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108905>
4. Bravo-Delgado HR, Jiménez-Castillo SF, Meza-Alvarez LI, Arangute-Zarate A, Nieva-Vazquez A. Propiedades funcionales, capacidad antioxidante de la harina de guaje (*Leucaena leucocephala*) y su uso en la industria alimentaria. *Rev Tecnológica Agrobioalimentaria*. 2019;3(1):1-6.
5. Hernández-Morales J, Sánchez-Santillán P, Torres-Salado N, Herrera-Pérez J, Rojas-García AR, Reyes-Vázquez I, et al. Composición química y degradaciones *in vitro* de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Rev Mex Ciencias Pecu*. 2018;9(1):105-120.
6. Martínez-Hernández PA, Cortés-Díaz E, Purroy-Vásquez R, Palma-García JM, Del Pozo-Rodríguez PP, Vite-Cristóbal C. *Leucaena leucocephala* (LAM.) De wit a key species for a sustainable bovine production in tropic. *Trop Subtrop Agroecosystems*. 2019;22(2):331-357.
7. Nehdi IA, Sbihi H, Tan CP, Al-Resayes SI. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit seed oil: Characterization and uses. *Ind Crops Prod* [Internet]. 2014;52:582-587. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.021>
8. Dago Dueñas Y, Milian Domínguez JC, Calzadilla Reyes K, Redonet Miranda M de los Á, López Quintana Y, Hernández Guanche L. Potential use of *Leucaena leucocephala* Lam (*leucaena*) present in agroforestry systems of Pinar del Río. *Rev Cuba Ciencias For* 2020;8(1):154-62. <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v8n1/2310-3469-cfp-8-01-154.pdf>
9. Richter HG, Dallwitz MJ. Maderas comerciales. <https://www.delta-intkey.com/wood/es/www/mimleuc.htm>. 2019. <http://biodiversity.uno.edu/delta/wood/es/index.htm>
10. Sethi P, Kulkarni PR. Chemical composition of *Leucaena leucocephala* seeds. *Int J Food Sci Nutr*. 1994;45(1):5-13. <http://doi.org/10.3109/09637489409167012>.
11. Ohara A, Cason VG, Nishide TG, Miranda de Matos F, de Castro RJS. Improving the antioxidant and antidiabetic properties of common bean proteins by enzymatic hydrolysis using a blend of proteases. *Biocatal Biotransformation* 2021; 39 (2):1-9. <https://doi.org/10.1080/10242422.2020.1789114>
12. Maldonado-Cervantes E, Jeong HJ, León-Galván F, Barrera-Pacheco A, De León-Rodríguez A, González De Mejía E, et al. Amaranth lunasin-like peptide internalizes into the cell nucleus and inhibits chemical carcinogen-induced transformation of NIH-3T3 cells. *Peptides*. 2010;31(9):1635-1642. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2010>.
13. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15 th Ed. Kenneth Helrich, editor. Arlington, USA; 1990.
14. Wang JC, Kinsella JE. Functional Properties of Novel Proteins: Alfalfa Leaf Protein. *J Food Sci*. 1976;41(2):286-292. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1976.tb>.
15. Chaparro SP, Tavera ML, Martínez JJ, Gil JH. Aislados proteicos de la semilla de guanábana (*Annona muricata*). *Rev UDCA Actual Divulg Científica*. 2014;17(1):151-160. <https://doi.org/10.31910/rudca.v17.n1.201>.
16. Kumar KS, Ganesan K, Selvaraj K, Subba Rao P V. Studies on the functional properties of protein concentrate of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty - An edible seaweed. *Food Chem* 2014;153:353-360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.058>
17. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 4A Standard Calibration Techniques. *Microflow* E-b. 1995;28:25-30. ISSN 00236438.
18. Rosida DF, Hapsari N, Hidayah T. Functional properties of *Leucaena leucocephala* protein concentrates resulted separation of ultrafiltration membrane. In: MATEC Web of Conferences 2016. <https://doi.org/10.1051/mateconf/2016580102>
19. Wani IA, Sogi DS, Shivhare US, Gill BS. Physicochemical and functional properties of native and hydrolyzed kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates. *Food Res Int* 2015;76(P1):11-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.08.027>

20. Sathe SK. Dry bean protein functionality. *Crit Rev Biotechnol.* 2002;22(2):175-223. <https://doi.org/10.1080/07388550290789487>.
21. Raya-Pérez JC., Gutiérrez-Benicio GM, Ramírez-Pimentel, J.G. Covarrubias-Prieto J, Aguirre-Mancilla CL. Caracterización de proteínas y contenido mineral de dos variedades nativas de frijol de México. *Agron Mesoam* 2014;25(1):11-14.
22. Higuchi W, Fukazawa C. A rice glutelin and a soybean glycinin have evolved from a common ancestral gene. *Gene.* 1987;55(2-3):245-253.
23. Espitia-Orozco F, Negrete-Toledo A, Ordoñez-Acevedo A, León-Galván M. Caracterización de las proteínas de reserva de la semilla de parota (*Enterolobium cyclocarpum*). *Investig y Desarro en Cienc y Tecnol Aliment.* 2016;1(2):147-152.
24. Gueguen J, Cerletti P. Proteins of some legume seeds: soybean, pea, fababean and lupin. In: Hudson BJB, editor. *New and Developing Sources of Food Proteins.* 1994. p. 145-193.
25. Boye JI, Aksay S, Roufik S, Ribéreau S, Mondor M, Farnworth E, et al. Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Res Int.* 2010;43(2):537-546. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.021>
26. Boye J, Zare F, Pletch A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res Int.* 2010;43(2):414-431. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
27. Sánchez-Mendoza NA, Ruiz-Ruiz JC, Dávila-Ortiz G, Jiménez-Martínez C. Propiedades tecnofuncionales y biológicas de harina, aislado y fracciones proteicas mayoritarias de semillas de *Inga paterno*. *CYTA - J Food.* 2017;15(3):400-408. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1286522>
28. Vani B, Zayas JF. Foaming Properties of Selected Plant and Animal Proteins. *J Food Sci [Internet].* 1995;60(5):1025-8. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1995.tb06285.x>
29. Kinsella J, Whitehead D. Proteins in whey: chemical, physical, and functional properties. In: *Advances in Food Nutrition Research.* Ithaca, New York: Institute of Food Science; 1989. p. 343-436.
30. Sikorski ZE. *Chemical and Functional Properties of Food Components Series.* CRC Press, editor. Poland; 2001. 544 p.
31. Acquah C, Ekezie F, Udenigwe CC. Potential applications of microalgae-derived proteins and peptides in the food industry. In: *Cultured Microalgae for the Food Industry INC;* 2021. p. 97-126. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-821080-2.00011-3>
32. Granito M, Guerra M, Torres A. Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna Sinensis*. *Interciencia.* 2004;29 (9): 521-526 1-16.
33. Nieto- Nieto TV, Wang Y, Ozimek L, Chen L. Improved thermal gelation of oat protein with the formation of controlled phase-separated networks using dextrin and carrageenan polysaccharides. *Food Res Int* 2016;82:95-103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.027>
34. Aryee ANA, Agyei D, Udenigwe CC. Impact of processing on the chemistry and functionality of food proteins. *Second Ed. Proteins in Food Processing.* Elsevier Ltd.; 2018. 27-45. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00003-6>
35. Avelar Z, Vicente AA, Saraiva JA, Rodrigues RM. The role of emergent processing technologies in tailoring plant protein functionality: New insights. *Trends Food Sci Technol.* 2021;113(july):219-231. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.004>.
36. Bessada SMF, Barreira JCM, Oliveira MBPP. Trends in Food Science & Technology Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends Food Sci Technol* 2019;93(228):53-68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.022>
37. Betancur-Ancona D, Gallegos-Tintoré S, Chel-Guerrero L. Wet-fractionation of *Phaseolus lunatus* seeds: Partial characterization of starch and protein. *J Sci Food Agric.* 2004;84(10):1193-1201.
38. Clark JP. Emulsions: When oil and water do mix. *Food Technology* 2013; 67(8): 80-82. <https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2013/august/columns/processing-1>
39. Lawal OS, Adebawale KO, Ogunsanwo BM, Sosanwo OA, Bankole SA. On the functional properties of globulin and albumin protein fractions and flours of African locust bean (*Parkia biglobosa*). *Food Chem.* 2005;92(4):681-691.
40. Deng Q, Wang L, Wei F, Xie B, Huang FH, Huang W, et al. Functional properties of protein isolates, globulin and albumin extracted from *Ginkgo biloba* seeds. *Food Chem* 2011;124(4):1458-1465. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.108>
41. Kumar M, Tomar M, Potkule J, Reetu, Punia S, Dhakane-Lad J, et al. Functional characterization of plant-based protein to determine its quality for food applications. *Food Hydrocoll* 2022;123:106986. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106986>
42. Kinsella JE, Melachouris N. Functional properties of proteins in foods: A survey. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr.* 1976; 7(3):219-280. <https://doi.org/10.1080/10408397609527208>
43. Dueñas M, Hernández T, Estrella I. Changes in the content of bioactive polyphenolic compounds of lentils by the action of exogenous enzymes. Effect on their antioxidant activity. *Food Chem* 2007;101(1): 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.0> <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814606000483>
44. Parmar N, Singh N, Kaur A, Thakur S. Comparison of color, anti-nutritional factors, minerals, phenolic profile and protein digestibility between hard-to-cook and easy-to-cook grains from different kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) accessions. *J Food Sci Technol* 2017;54(4):1023-1034. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2538->

45. Román-Cortés N, Del Rosario García-Mateos M, Castillo-González AM, Sahagún-Castellanos J, Jiménez-Arellanes A. Componentes nutricionales y antioxidantes de dos especies de guaje (*Leucaena* spp.): Un recurso ancestral subutilizado. Rev Chapingo, Ser Hortic. 2014;20(2):157-170. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.07.02>.
46. Boukhanouf S, Louaileche H, Perrin D. Phytochemical content and *in vitro* antioxidant activity of faba bean (*Vicia faba* L.) as affected by maturity stage and cooking practice. Int Food Res J 2016;23(3):954–961. <http://www.ifrj.upm.edu.my>

Recibido: 24/05/2022
Aceptado: 13/06/2022

Catequinas del té verde: efectos antígenotóxicos y genotóxicos. Revisión sistemática

María del Carmen García-Rodríguez¹ , Lourdes Montserrat Hernández-Cortés¹ ,
Francisco Arenas-Huertero² .

Resumen: Catequinas del té verde: efectos antígenotóxicos y genotóxicos. Revisión sistemática.

Las catequinas del té verde (*Camellia sinensis*) (CTV) presentan efectos benéficos para la salud asociados a su potencial antioxidante. Por otra parte, el estrés oxidante es una de las vías de inducción de daño genotóxico. De ahí que, en la presente revisión se realizó un análisis de los efectos antígenotóxicos y genotóxicos de las CTV, haciendo énfasis en las vías implicadas en estos procesos y sus efectos en la salud. Se realizó una revisión de artículos indexados en las bases de datos de PubMed® y Science Direct® (2021) con las palabras clave “green tea” y “green tea catechins”. Se delimitaron los estudios utilizando los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT” (“antigenotoxic”, “genotoxic”, “antioxidant” y “prooxidant”). En su mayoría se consideraron las publicaciones del 2016 al 2021. Se observó que los efectos benéficos en la salud de las CTV están relacionados con: a) su actividad antioxidante mediante la captura, inhibición y prevención de la formación de las especies reactivas de oxígeno; b) la regulación del sistema antioxidante endógeno; c) la activación de los mecanismos de reparación al contribuir en la eliminación del aducto 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina; d) la inducción de apoptosis en células con daño al ADN; y e) la inhibición de la inflamación relacionada con su actividad antiapoptótica. Si bien, en algunos de los estudios se reportaron efectos genotóxicos, estos a su vez contribuyeron en la eliminación de células con daño genético, por lo que, no se puede considerar del todo a la actividad genotóxica de las CTV como perjudiciales para la salud. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 205-217.**

Palabras clave: catequinas, Té verde, Antioxidantes, Genotóxico, Antígenotóxico.

Abstract: Green tea catechins: antigenotoxic and genotoxic effects. Systematic review.

The green tea catechins (*Camellia sinensis*) (CTV) have beneficial effects for health associated with their antioxidant potential. Moreover, oxidative stress is one of the pathways for inducing genotoxic damage. Hence, in this review, an analysis of the antigenotoxic and genotoxic effects of CTV was carried out, emphasizing the pathways involved in these processes and their effects on health. A review of articles indexed in the PubMed® and ScienceDirect® (2021) databases with the keywords “green tea” and “green tea catechins” was carried out. Studies were delimited using the Boolean operators “AND”, “OR” and “NOT” (“antigenotoxic”, “genotoxic”, “antioxidant” and “prooxidant”). For the most part, publications from 2016 to 2021 were considered. It was observed that the beneficial health effects of CTVs are related to: a) their antioxidant activity through the capture, inhibition and prevention of the formation of reactive oxygen species; b) the regulation of the endogenous antioxidant system; c) the activation of the repair mechanisms by contributing to the elimination of the 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine adduct; d) the induction of apoptosis in cells with DNA damage; and e) the inhibition of inflammation related to its antiapoptotic activity. Although some of the studies reported genotoxic effects, these in turn contributed to the elimination of cells with genetic damage. Therefore, the genotoxic activity of CTV cannot be considered as harmful to health. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 205-217.**

Keywords: catechin, Green tea, Antioxidants, Genotoxic, Antigenotoxic.

Introducción

Al consumo del té verde (*Camellia sinensis*) se le ha asociado con efectos benéficos en la salud (1,2), mismos que, han sido atribuidos principalmente al potencial antioxidante de las catequinas (3). Las catequinas del té verde (CTV) han mostrado propiedades antiinflamatorias, termogénicas, cardioprotectoras, hepatoprotectoras, entre otras (4). Se ha observado que estas, son capaces de

¹Laboratorio de Antimutagénesis, Anticarcinogénesis y Antiteratogénesis Ambiental. Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza”, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. ²Laboratorio de Investigación en Patología Experimental, Hospital Infantil de México Federico Gómez, Ciudad de México, México.

Autor para la correspondencia: María del Carmen García-Rodríguez, E-mail: carmen.garcia@unam.mx

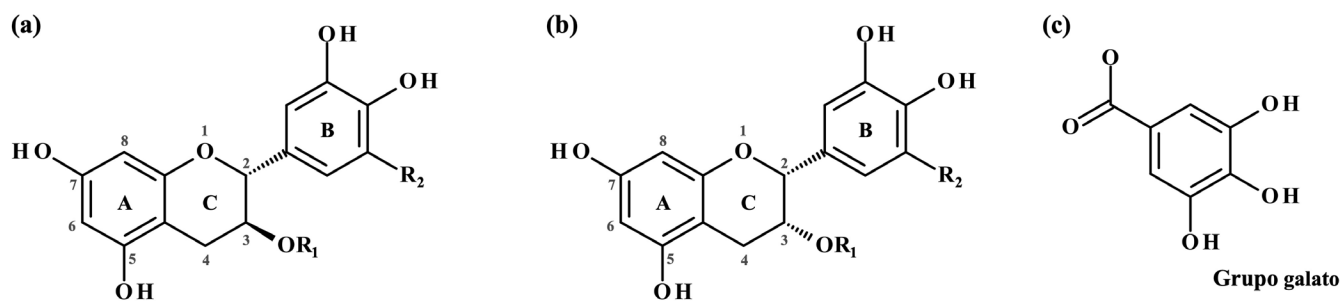


interactuar directamente con las especies reactivas de oxígeno (ERO), además de actuar como agentes quelantes y tener efectos indirectos a través de su capacidad para modular niveles de factores de transcripción y enzimas (5). Los efectos benéficos de las CTV también se han observado en el contexto de la profilaxis y la terapia del cáncer mediante la respuesta antioxidante citoprotectora y su acción proapoptótica (6). Las catequinas que se encuentran de forma abundante en el té verde son la epicatequina (EC), epigalocatequina (EGC), epicatequina galato (ECG) y epigalocatequina galato (EGCG). Mientras que, la (+)-catequina, catequina galato, galatocatequina y galocatequina están en menor concentración (7,8) (Figura 1). El daño genotóxico es definido como la capacidad de un agente para interactuar con el ADN o los componentes celulares que regulan la fidelidad del genoma (9). Se ha observado que patologías como el cáncer pueden ser iniciadas y promovidas por el daño genotóxico, por lo que es de interés estudiar agentes que inducen o protegen de este tipo de daño. Si bien, se ha

observado en estudios *in vitro* e *in vivo* que las CTV pueden disminuir el daño genotóxico inducido por metales pesados, compuestos del tabaco o radiación (10), en otros estudios, también se ha observado que estas inducen efectos genotóxicos (11). De ahí que, en esta revisión se presenta un análisis tanto de los efectos antígenotóxicos, como de los genotóxicos de las CTV, haciendo énfasis en las vías implicadas en estos procesos y sus posibles efectos en la salud.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión sistemática siguiendo la metodología de PRISMA (12). La búsqueda de los artículos indexados se realizó en las bases de datos de PubMed® y Science Direct® (febrero a mayo del año 2021). Se utilizaron como palabras claves "green tea" y "green tea catechins". Se obtuvieron 3,184 estudios sobre las CTV, a los que se les aplicó la combinación de la palabra clave "green tea catechins", con las palabras clave "antigenotoxic", "genotoxic", "antioxidant" y "prooxidant". Se redujeron a 2,173 artículos, que se les adicionaron las palabras clave "oxidative stress", "DNA damage repair", "apoptosis", "endogenous antioxidant system" y "disease treatment". Se



(+)-Catequina	R ₁	R ₂	(-)-Epicatequina	R ₁	R ₂
(+)-Catequina	H	H	(-)-Epicatequina (EC)	H	H
(+)-Catequina galato (CG)	Galato	H	(-)-Epicatequina galato (ECG)	Galato	H
(+)-Galocatequina (GC)	H	OH	(-)-Epigalocatequina (EGC)	H	OH
(+)-Galocatequina galato (GCG)	Galato	OH	(-)-Epigalocatequina galato (EGCG)	Galato	OH

Figura 1: Estructura química de los isómeros de las catequinas del té verde (CTV) en su configuración trans llamadas catequinas (a) y en su configuración cis llamadas epicatequinas (b); estructura química del grupo galato (c). La estructura de las CTV consiste en dos anillos aromáticos (A-C) conectados por tres carbonos y un grupo catecol en el anillo B. Los grupos OH se localizan en la quinta y séptima posición del anillo A. El grupo galato se encuentra en la tercera posición del anillo C. Fuente: Elaboración propia con base en evidencia científica y conocimiento experto (2022).

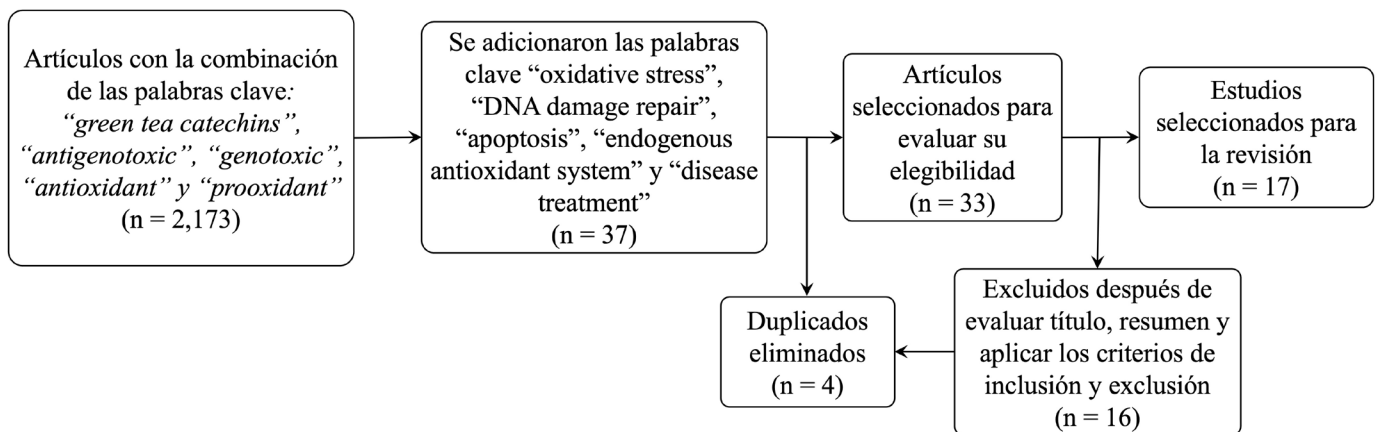


Figura 2. Diagrama de flujo de la selección de artículos. Fuente: Elaboración propia (2022).

realizó la misma búsqueda por separado añadiendo como palabras clave cada una de las catequinas ("catechin gallate", "epicatechin", "epicatechin gallate", "epigallocatechin", "epigallocatechin gallate", "gallocatechin", "gallocatechin gallate"). Se emplearon los operadores booleanos "AND", "OR" y "NOT", y se descartaron los artículos duplicados. Se seleccionaron 33 estudios potencialmente relevantes para la revisión. Finalmente, se aplicó un filtro de elegibilidad mediante la revisión del título, el resumen, la metodología y los criterios tanto de inclusión como de exclusión, obteniéndose 17 artículos para su análisis (Figura 2).

Los criterios de inclusión para los artículos fueron: a) publicaciones de los últimos 5 años (2016-2021), b) publicaciones originales (que utilizaron modelos *in vivo* e *in vitro*), y c) publicaciones sobre el té verde y sus catequinas, extractos de té verde o alguna de las catequinas que lo componen. Mientras que, en los criterios de exclusión, no se consideraron artículos de revisión, tesis, protocolos, resúmenes, libros y capítulos de libro. En la revisión final, en su mayoría se analizaron artículos originales de los últimos 5 años (2016-2021). Además de los 17 artículos seleccionados para su análisis, también se consideraron otros 13 artículos que complementaron el análisis y discusión del tema (9 anteriores y 4 posteriores al 2016). De estos 10 fueron referidos en los artículos seleccionados para el análisis (7 artículos de revisión y 3 artículos originales), y los otros 3 se incluyeron porque presentaban fundamentos e hipótesis que permitieron ampliar la discusión y complementar el análisis. Otros 11 artículos fueron incluidos en los fundamentos de la introducción.

Resultados

En la Figura 3a se muestra el número de artículos originales publicados en los últimos 5 años (2016-2021) en los que se consideró al té verde y sus catequinas. De los 17,469 estudios encontrados, el 82% correspondió a artículos originales sobre el té verde, mientras que el 18% correspondió a artículos originales sobre el estudio específico de las propiedades de las CTV: antioxidante, estrés oxidante, apoptosis, sistema antioxidante endógeno, reparación del daño al ADN, prooxidante, antigenotoxicidad y genotoxicidad de las CTV (Figura 3b). Se encontró que en algunos de los artículos se evaluaron varias de estas propiedades simultáneamente. En la Tabla 1 se muestra una síntesis de los 17 estudios seleccionados para la revisión. Se organizaron con respecto al tratamiento, tipo de estudio, modelo experimental, evaluaciones (parámetros cuantificados), resultados y actividad biológica. Los estudios correspondieron a tratamientos con EGCG, EGC, EC y (+)-catequina, así como con extractos de catequinas o infusión de té verde enriquecido con catequinas. En cuanto a los tipos de estudios el 83% fue *in vivo* y el 17% *in vitro*. En 13 trabajos se usaron roedores como modelo experimental, mientras que, en 3 estudios se emplearon células tumorales.

Las evaluaciones para determinar las diferentes actividades biológicas de las catequinas consistieron en: a) Efectos

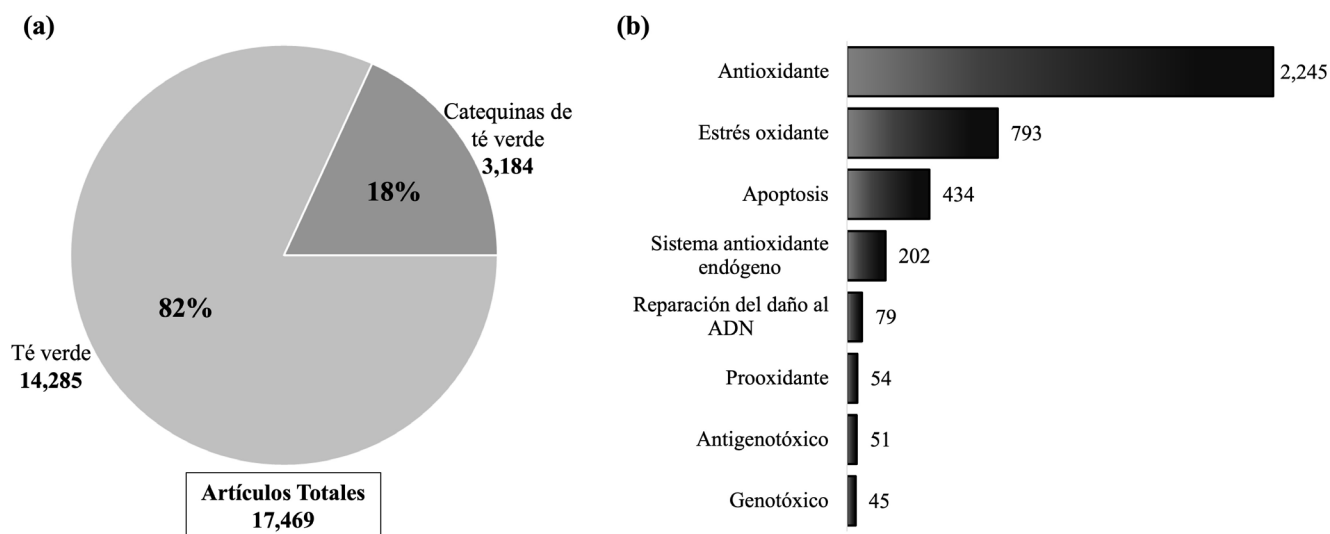


Figura 3: Número de artículos originales publicados del año 2016 al 2021 en las bases PubMed® y Science Direct®. (a) Estudios del té verde y sus catequinas. (b) Propiedades de las catequinas del té verde (CTV). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1: Resumen de los artículos analizados.

Ref.	Tratamiento	Tipo de estudio	Modelo	Evaluaciones	Resultados	Actividad biológica
Antigenotóxico/Antioxidante						
(13)	Extracto de té verde (100 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratas albinas Sprague-Dawley macho	Contenido de ADN y de citocromo c. Niveles de MDA, NO y TAC	↑ contenido de ADN ↓ contenido de citocromo c ↓ MDA y NO y ↑ TAC	Antigenotóxica Antiapoptótica Antioxidante <i>Hepatoprotectora</i>
(14)	Infusión de té verde (100 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratas Wistar macho	Daño al ADN (NA/IP) Actividad de GST, CAT y SOD	↓ células con daño al ADN ↑ GST	Antigenotóxica Antioxidante <i>Renoprotectora</i>
(15)	EGCG (8.5 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratones Hsd:ICR (CD-1) macho	Frecuencia de MN Niveles de 8-OHdG Niveles de TAC y GSH Actividad de SOD Cuantificación de células apoptóticas (NA/BrEt) Viabilidad celular	↓ frecuencia de MN ↑ 8-OHdG ↑ TAC y ↓ GSH ↑ SOD ↓ células apoptóticas ↑ viabilidad celular	Antigenotóxica Antioxidante Antiapoptótica Citoprotector Prooxidante <i>Protección de daño oxidante del ADN</i>
(8)	EGCG (25 y 50 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratones balb/C hembra	Fragmentación del ADN genómico, ensayo cometa (% de ADN y longitud de cauda), frecuencia de MN y AC Niveles de GSH, ERO y peroxidación lipídica. Actividad de CAT, SOD, GST y GR	↓ fragmentación del ADN genómico, % de ADN, longitud de cauda y frecuencia de MN y AC ↑ GSH, ↓ ERO y peroxidación lipídica ↑ CAT, SOD, GST y GR	Antigenotóxica / <i>Protección de daño oxidante del ADN</i> Antioxidante <i>Protección hepatorenal</i>

Tabla 1: Resumen de los artículos analizados.(cont.)

Ref.	Tratamiento	Tipo de estudio	Modelo	Evaluaciones	Resultados	Actividad biológica
(16)	EGCG (25 mg/kg) EGCG (2 µM)	<i>In vivo</i> <i>In vitro</i>	Ratones C57BL/6J macho Células epiteliales intestinales humanas (HIEC)	Frecuencia de roturas de cadena doble del ADN Niveles de 8-OHdG Niveles de ERO y Nrf-2 Determinación de apoptosis (TUNEL y anexina V/IP)	↓ roturas de cadena doble del ADN ↓ 8-OHdG ↓ ERO y ↑ Nrf-2 ↓ células apoptóticas	Antigenotóxica / Protección de daño oxidante del ADN Antioxidante Antiapoptótica <i>Radioprotectora</i>
(17)	Polifenoles del té verde o EGCG [0,32% (p/v)]	<i>In vivo</i>	Ratones CD-1 (ICR) macho	Niveles de ERO, TBARS y MDA Actividad de SOD, CAT y GPx Expresión de Bcl-2, Bax y cas-3 Niveles de TNF-α, IL-1β, IL-6 e IL-8	↓ ERO, TBARS y MDA ↑ SOD, CAT y GPx ↑ Bcl-2, ↓ Bax y cas-3 ↓ TNF-α, IL-1β, IL-6 e IL-8	Antioxidante Antiapoptótica Antiinflamatoria <i>Hepatoprotectora</i>
(18)	(+)-Catequina (25, 50 y 100 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratas Wistar macho	Niveles de ERO, NO, MDA y antioxidantes no enzimáticos Actividad de SOD y CAT Determinación de apoptosis (H&E) Potencial de membrana mitocondrial Niveles de TNF-α	↓ ERO, NO y MDA ↑ antioxidantes no enzimáticos ↑ SOD y CAT ↓ células apoptóticas ↑ potencial de membrana mitocondrial ↓ TNF-α	Antioxidante Antiapoptótica Antiinflamatoria <i>Renoprotectora</i>
(19)	EGCG (5 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratas Sprague-Dawley macho	Niveles de MDA y ERO Actividad de GPx, SOD y CAT Determinación de apoptosis (TUNEL) y expresión de cas-3	↓ MDA y ERO ↑ GPx, SOD, Nrf-2 y ↓ CAT ↓ células apoptóticas y cas-3	Antioxidante Antiapoptótica <i>Protección en la disfunción de vejiga</i>
(20)	EGCG (10 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratones C57/B6 macho	Actividad de SOD y GPx Niveles de MDA Expresión de Bax y cas-3 Niveles de TNF-α, IL-1β e IL-6	↑ SOD y GPx ↓ MDA ↓ Bax y cas-3 ↓ TNF-α, IL-1β e IL-6	Antioxidante Antiapoptótica Antiinflamatoria <i>Cardioprotectora</i>
(21)	EGCG (40 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratas albinas Wistar macho	Niveles de ERO, MDA y MPO Niveles de α-TOH y GSH Actividad de SOD, CAT, GPx, GR y GST Expresión de Nrf-2, HO-1 y Keap-1 Niveles de TNF-α, IL-1β, IL-6 y CINC-3	↓ ERO, MDA y MPO ↑ α-TOH y GSH ↑ SOD, CAT, GPx, GR y GST ↑ Nrf-2 y HO-1; ↓ Keap-1 ↓ TNF-α, IL-1β, IL-6 y CINC-3	Antioxidante Antiinflamatoria <i>Protección oxidante en pulmones</i>
(22)	EGCG (50 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratones C57BL/6 macho	Niveles de GSH:GSSG, MDA Expresión de Bcl-2 y Bax, citocromo c y cas-3 y cas-9 Niveles de TNF-α, IL-1β, IL-6 e IL-10	↑ GSH:GSSG ↓ MDA ↑ Bcl-2, ↓ Bax, citocromo c, cas-3 y cas-9 ↓ TNF-α, IL-1β, IL-6 e IL-10	Antioxidante Antiapoptótica Antiinflamatoria <i>Hepatoprotectora</i>
(23)	EGCG [0,5% (≈0,3 mmol/kg)]	<i>In vivo</i>	Ratones ICR (CD-1) macho	Actividad de HO-1, SOD, CAT y GPx Niveles de GSH y MDA Expresión de cas-3 Niveles de TNF-α e IL-6	↑ HO-1, SOD, CAT y GPx ↑ GSH y ↓ MDA ↓ cas-3 ↓ TNF-α e IL-6	Antioxidante Antiapoptótica Antiinflamatoria <i>Hepatoprotectora</i>

Tabla 1: Resumen de los artículos analizados.(cont.)

Ref.	Tratamiento	Tipo de estudio	Modelo	Evaluaciones	Resultados	Actividad biológica
(24)	EGCG (30, 100, 300 mg/kg)	<i>In vivo</i>	Ratas Wistar macho	Actividad de SOD y CAT Niveles de GSH y TBARS Niveles de TNF- α , IL-1 β , IL-6 y cas-3 Niveles de neurotransmisores	\uparrow SOD y CAT \uparrow GSH y \downarrow TBARS \downarrow TNF- α , IL-1 β , IL-6 y cas-3 \uparrow neurotransmisores	Antioxidante Antiapoptótica Antiinflamatoria Antidiscinética <i>Neuroprotectora</i>
(25)	EGCG (10 μ M)	<i>In vitro</i>	Cardiomiocitos ventriculares humanos adultos AC16	Niveles de ERO y TAC Actividad de SOD y CAT Expresión de Bcl-2 y Bax Determinación de apoptosis con anexina V-PE y 7-ADD Niveles de IL-8	\downarrow ERO y \uparrow TAC \uparrow SOD y CAT \uparrow Bcl-2 y \downarrow Bax \downarrow células apoptóticas \downarrow IL-8	Antioxidante Antiapoptótica Antiinflamatoria <i>Cardioprotectora</i>
Genotóxico/Prooxidante						
(26)	EC (350 μ M)	<i>In vitro</i>	Células de cáncer de mama MDA-M-B231 y MCF-7 Células epiteliales de mama normales	Fragmentación de ADN y cuantificación de células apoptóticas (VFITC/IP) Expresión de pro-cas-3, citocromo c, Bad y Bax Proliferación celular (MTT) Niveles de ERO y MDA	\uparrow apoptosis por la fragmentación de ADN y células apoptóticas \uparrow pro-cas-3, citocromo c, Bad y Bax Inhibición de la proliferación celular \uparrow ERO y MDA	Genotóxica Apoptótica Antiproliferativa Citoprotector Prooxidante <i>Anticarcinógena</i>
(27)	ECG (10, 25 y 50 μ M)	<i>In vitro</i>	Linfocitos humanos sanos Células de cáncer de mama Células epiteliales de mama normales	Ensayo cometa (rompimientos de ADN) Niveles de ERO y TBARS Proliferación celular (MTT)	\uparrow rompimientos de ADN \uparrow ERO Inhibición de la proliferación en células de cáncer	Genotóxica Prooxidante Antiproliferativa <i>Anticarcinógena</i>
(28)	EGCG (1, 5 y 10 μ g/mL)	<i>In vitro</i>	Células de glioblastoma humano U251	Frecuencia de MN bloqueados por citocinesis Viabilidad celular Actividad de la telomerasa Fracción de células senescentes (actividad de β -galactosidasa)	\uparrow frecuencia de MN \downarrow % de células viables Inhibición de la actividad de la telomerasa \uparrow células senescentes	Genotóxica Citotóxica Senescencia

\downarrow Disminución; \uparrow Incremento.

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de los artículos seleccionados y conocimiento experto (2022).

sobre el ADN (antigenotoxicidad y genotoxicidad); micronúcleos (MN), rompimientos de ADN mediante electroforesis unicelular alcalina (ensayo cometa) o cuantificación de células con rotura de cadena doble, contenido de ADN, escisión de ADN, aberraciones cromosómicas (AC) o fragmentación de ADN genómico realizado mediante electroforesis en gel de agarosa, así como los niveles del aducto 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina (8-OHdG). b) Efecto sobre el estrés

oxidante (EOx) (actividad antioxidante o prooxidante); niveles de malondialdehído (MDA), sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), mieloperoxidasa (MPO) y especies reactivas del oxígeno (ERO) [peróxido de hidrógeno (H₂O₂), radical superóxido (O₂•) o hidroxilo(•OH)], óxido nítrico (NO), así como los niveles o la actividad de antioxidantes enzimáticos

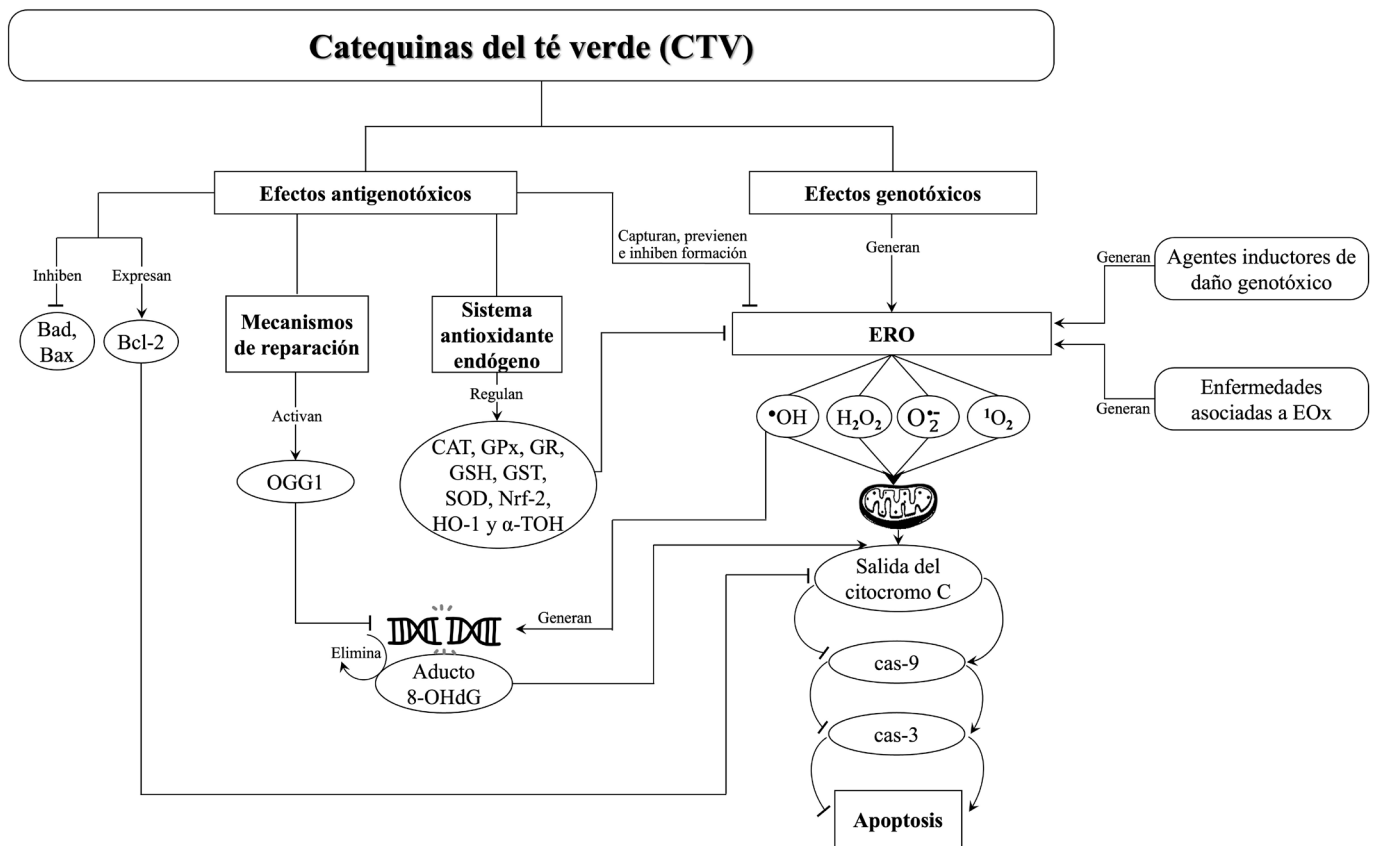


Figura 4: Vías de inducción de antigenotoxicidad y genotoxicidad de las CTV.
 Fuente Elaboración propia con base en evidencia científica y conocimiento experto (2022).

y no enzimáticos [glutación reducido (GSH), glutación oxidado (GSSG), glutación peroxidasa (GPx), glutación reductasa (GR), superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT)], alfa-tocoferol (α -TOH), capacidad antioxidante total (TAC), niveles de hemoxigenasa (HO-1) y el factor de transcripción NRF-2 (regulador de genes de enzimas antioxidantes). c) Efecto sobre la apoptosis; cuantificación de células apoptóticas con fluorocromos, TUNEL, función mitocondrial, el contenido de ADN o la expresión de caspasa-3 (cas-3), caspasa-9 (cas-9), Bcl-2, Bax, Bad o citocromo c. d) Efecto sobre la actividad antiinflamatoria; niveles de citocinas como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) e interleucinas (IL-1 β , IL-6, IL-8 e IL-10). Con base en el análisis de los

procesos antigenotóxicos y genotóxicos de las CTV, así como de sus posibles interacciones, en la Figura 4 se presenta un resumen de las vías de inducción de antigenotoxicidad y genotoxicidad de las CTV.

Para el análisis y la discusión también se consideraron 8 artículos que contribuyeron en entendimiento de los mecanismos antioxidantes y prooxidantes de las CTV, así como su importancia y beneficios en la salud. Con otros 3 artículos se ampliaron los fundamentos del papel de los antioxidantes en el proceso de EROx y sus mecanismos antioxidantes. También se consideró un artículo para explicar los mecanismos genotóxicos de metales pesados como el arsénico (As) y cromo (Cr), y otro para explicar la formación e inhibición del aducto 8-OHdG. De estos artículos complementarios, 9 fueron artículos de revisión y 4 artículos originales.

Discusión

Las CTV han mostrado efectos preventivos y terapéuticos en enfermedades relacionadas con el EOx, así como en algunos tipos de cáncer. Estos efectos benéficos en la salud han sido atribuidos principalmente a sus propiedades antioxidantes (29). La acción antioxidante no solo comprende la captura de las ERO, sino también previene su formación, inhibe su propagación y estimula los procesos de reparación celular. Las CTV también pueden actuar como agentes quelantes e inhibir o participar como cofactores de enzimas antioxidantes (30). Estos hallazgos han generado interés en el estudio de las CTV en la prevención y tratamiento (coadyuvante) de enfermedades crónico-degenerativas relacionadas con el EOx. Si bien las CTV presentan actividad antioxidante, también se ha reportado actividad prooxidante, y dado que al EOx se le ha relacionado con el daño genotóxico (31), en esta revisión se analizan los efectos antígenotóxicos y genotóxicos de las CTV, y se presenta una aproximación de las posibles vías implicadas en estos procesos (Figura 4).

La disminución del daño genotóxico de las CTV se ha observado en estudios tanto *in vivo* como *in vitro*. El tratamiento con los extractos o infusiones de té verde disminuye el daño genotóxico, ya que inhibe la fragmentación y el contenido de ADN, en ratas que presentan fibrogénesis hepática o nefropatía diabética inducidas por sobrecarga de hierro (13,14). Por su parte, tratamientos agudos y a corto plazo con EGCG disminuyen el daño genotóxico inducido por la exposición a metales pesados como los compuestos de arsénico (As) o del cromo (Cr) al disminuir los rompimientos de cadena doble en el ADN (8,15). Particularmente, Kaushal *et al.* (8) concluyeron que hay un efecto dosis-respuesta, y que los pretratamientos de EGCG muestran una mayor eficacia que los postratamientos, al observar en ratones expuestos a As una mayor disminución en las frecuencias de MN, AC, porcentaje de ADN y longitud de la cauda, estos últimos evaluados en cometas mediante electroforesis unicelular alcalina. Xie *et al.* (16) también han observado efectos antígenotóxicos tanto en estudios *in vivo* como *in vitro*, al disminuir las roturas de doble cadena y los niveles del aducto 8-OHdG en ratones y células epiteliales intestinales humanas (HIEC) expuestas a EGCG y radiación ionizante.

La protección contra el daño genotóxico que presentan las CTV podría estar relacionada con sus propiedades antioxidantes conferidas por la presencia de grupos hidroxilo (OH) que se encuentran en los anillos fenólicos de su estructura química (Figura 1). Los OH pueden neutralizar los RL al donarles un hidrógeno y terminar su reacción en cadena (8). Shi *et al.* (32) demostraron que la EGCG elimina eficazmente los radicales •OH con una velocidad de reacción de $4,62 \times 10^{11} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$, que es un orden de magnitud mayor a la de varios antioxidantes reconocidos como el ascorbato, el GSH y la cisteína. Hakim *et al.* (33) observaron una reducción en los niveles del aducto 8-OHdG en estudios con fumadores que bebieron 4 tazas (960 ml) de té verde descafeinado al día durante 4 meses, atribuyendo este efecto a las catequinas. Estos hallazgos son importantes ya que sugieren una neutralización del •OH que inhibe el daño genotóxico en estos fumadores. Los •OH al interactuar con la guanina (2-desoxiguanosina) producen la formación de los aductos 8-OHdG. Inicialmente, la reacción del •OH con la guanina conduce a la generación del radical/aducto C8-OH-desoxiguanosina, el cual forma al 8-OHdG por una abstracción de un electrón. El 8-OHdG sufre el tautomerismo "ceto-enol", que favorece el producto oxidado 8-oxo-7,8-dihidro-2-desoxiguanosina (8-oxo-dG). La formación del aducto 8-OHdG es de particular importancia, ya que indica daño oxidativo al ADN y es un marcador de EOx en carcinogénesis (34,35). De ahí que, la estructura de las CTV puede jugar un papel muy importante en la protección del daño genotóxico.

Otra vía de protección de daño genotóxico puede estar relacionada con la regulación del sistema antioxidante endógeno. Cuando hay un desbalance en el sistema redox por efecto de las ERO, el sistema antioxidante endógeno permite la transformación de las especies reactivas en moléculas estables o las elimina. El mantenimiento de la homeostasis redox celular solo es posible mediante un equilibrio entre la intensidad de generación y la intensidad de eliminación de

las ERO. Los tratamientos con extractos de té verde y EGCG en roedores han mostrado un efecto en general sobre el sistema antioxidante endógeno al elevar los niveles de TAC. Mientras que, los tratamientos con las CTV (catequinas y EGCG) pueden regular los niveles y actividades del GSH, CAT, GPx, GR, GST y SOD en roedores expuestos a diferentes xenobióticos (8,21,23). En estos estudios se ha observado que la regulación del sistema antioxidante endógeno está acompañada con la disminución del H_2O_2 y $O_2\bullet$ (21). Estos hallazgos también se han observado en cardiomiocitos ventriculares humanos tratados con EGCG (25). La SOD puede catalizar una reacción de dismutación donde una molécula de $O_2\bullet$ se oxida hasta O_2 , mientras que la otra se reduce a H_2O_2 . Por su parte, la CAT y la GPx pueden catalizar la reducción del H_2O_2 a H_2O y O_2 . En el caso de la GPx la reacción se lleva a cabo con ayuda del GSH, que es oxidado (GSSG) y posteriormente regresado a su estado original por la GR (30,35). La regulación de la respuesta antioxidante celular también se puede llevar a cabo mediante la activación de Nrf-2 que está implicado en la respuesta al ERO. Nrf2 tiene muchos genes diana, que regulan proteínas intracelulares implicadas en el equilibrio redox, como la glutamato-cisteína ligasa y la GPx y la HO-1 (16,19). Los tratamientos tanto *in vivo* como *in vitro* con EGCG han mostrado incrementos en los niveles de Nrf-2 en tejido de vejiga y pulmón de ratas y en células HIEC (16,19,21). También, se ha observado que las CTV son capaces de suprimir la peroxidación lipídica, por medio de la disminución de los niveles de MDA o TBARS, protegiendo de esta manera a las membranas celulares (8,17,21).

La captura, prevención, formación e inhibición de las ERO son vías preventivas de daño oxidativo. Sin embargo, cuando estas primeras líneas de defensa no son suficientes y se produce daño oxidativo al ADN, interviene otra vía antígenotóxica; los mecanismos de reparación del ADN. En estudios *in vitro* se ha observado que polifenoles como el resveratrol incrementan la actividad de la 8-oxoguanina ADN glicosilasa 1 (OGG1) y de endonucleasas involucradas en los mecanismos de

reparación por escisión de bases del daño oxidativo del ADN (36). Ho *et al.* (37) mostraron que la activación molecular de las adaptaciones citoprotectoras sensibles a redox y los cambios postraduccionales que afectan a OGG1 también pueden ocurrir *in vivo* como respuesta desde una dosis única hasta la ingesta regular de té verde, contribuyendo así con los efectos genoprotectores las CTV (29). La disminución de los aductos de 8-OHdG directamente en los tejidos y su incremento en los fluidos, puede ser indicativo de una activación de los mecanismos de reparación para la eliminación de esta lesión mutagénica en el ADN inducida por la acción del $\bullet OH$.

Por otra parte, al ser la apoptosis una muerte celular programada que las células emplean como último recurso cuando se presenta una acumulación de daño en los organelos o en el ADN, esta vía también puede jugar un papel importante en la eliminación de células con daño genético. Se ha observado en líneas celulares de cáncer de mama, que los tratamientos con EC y ECG inducen apoptosis al aumentar la actividad de proteínas pro-apoptóticas Bad y Bax, las cuales inducen la salida del citocromo c y pro-cas-3. Un hallazgo interesante en estos estudios es que estas catequinas discriminan entre las células tumorales y las no tumorales, promoviendo la generación de ERO por encima del umbral crítico como vía de activación de la apoptosis (26,27). De ahí que, se ha planteado que la actividad prooxidante de las CTV puede ser un mecanismo importante implicado en sus propiedades anticarcinógenas mediante la apoptosis. De acuerdo con Farhan *et al.* (27), tanto la EC como la ECG presentan actividad prooxidante al incrementar los niveles de TBARS y la producción de ERO en células de cáncer de mama en las que se indujo la apoptosis. La actividad prooxidante de las CTV puede deberse a su autooxidación en condiciones fisiológicas normales de pH 7,4 y temperatura de 37 °C. También, en estudios *in vitro* se ha observado que, bajo estas condiciones, las catequinas no reaccionan con el H_2O_2 , por el contrario, lo generan formando aductos covalentes con tioles proteicos y no proteicos (38,39). Catequinas como la EGCG se pueden convertir en o-quinona mediante la deshidrogenación no enzimática de los grupos hidroxilo fenólicos del anillo B (Figura 1b). Durante este proceso, se generan ERO como el oxígeno singulete ($1O_2$), $\bullet OH$, $O_2\bullet$ y H_2O_2 (40). La actividad prooxidante de las CTV también conlleva a efectos genotóxicos. En estudios *in vitro* se ha observado que las CTV pueden incrementar los rompimientos de ADN (ensayo cometa) y MN,

así como incrementar la inducción de puentes nucleoplasmáticos de forma dosis-dependiente y que el tipo celular juega un papel importante (26–28). En particular, se comprobó que los rompimientos de ADN fueron el resultado de la generación de ERO, ya que la longitud de la cauda de los cometas disminuyó al tratar las células con SOD, CAT y tiourea, los cuales funcionaron como captadores selectivos de ERO, dado que SOD elimina el $O_2\bullet$, CAT elimina el H_2O_2 y la tiourea elimina el $\bullet OH$ (27). En un estudio *in vivo*, se observó que el tratamiento solo con EGCG aumenta los niveles del aducto 8-OHdG en comparación con el grupo testigo, sugiriendo que el aducto pudo producirse por la autooxidación de la EGCG. Sin embargo, cuando se administró la EGCG previamente al tratamiento con compuestos metálicos inductores de EOX, se disminuyeron los MN en comparación con el grupo tratado solo con el metal cancerígeno (15), lo cual podría estar relacionado con la selectividad celular que presentan estas catequinas.

En varios de los estudios se observó que los tratamientos de las CTV están asociados con procesos antiinflamatorios, y dado que la inflamación es un factor que puede producir ERO (41), de forma indirecta se puede prevenir el daño oxidativo del ADN. Las CTV no solo reducen los procesos inflamatorios implicados en alteraciones médicas como la lesión miocárdica (20) y la reperfusión por isquemia hepática (22), también pueden reducir la inflamación por daño hepático crónico inducido por alcohol (23) y por el ácido perfluorodecanoico (PFDA) (17). En cardiomiocitos ventriculares humanos AC (17) suprime la inflamación inducida por el humo del cigarro (25), así como la generada por la rotenona en ratas con síntomas similares a la enfermedad de Parkinson (24). También se observó que disminuyen la inflamación causada por metales como el cadmio en ratas con daño renal (18). En estos estudios se midieron los niveles de citocinas proinflamatorias como la IL-1 β , IL-6, IL-8, IL-10 y TNF- α , las cuales disminuyeron con los tratamientos de las CTV. En los estudios tanto *in vivo* como *in vitro* en células no tumorales, se mostró que las CTV además de disminuir los niveles de citocinas proinflamatorias también se disminuyen marcadores de EOX, se activan las vías antiapoptóticas (aumento de la expresión de la proteína Bcl-2 y disminución de las proteínas Bad, Bax, cas-3, cas-9 y citocromo c) y se estimula el sistema antioxidante endógeno (17,18,20,22,25). De ahí que, la detención o disminución del proceso inflamatorio, puede ser clave en la inhibición del EOX y la apoptosis, que a su vez están implicados en el daño oxidativo del ADN.

De los estudios analizados un 71% fueron sobre la EGCG, la cual se ha descrito como la catequina de mayor potencial antioxidante. Su presencia en el té verde es de aproximadamente un 10% y el consumo (5-6 tazas de té verde al día) representa alrededor de 200 a 300 mg de EGCG. Esta dosis puede ser benéfica para mantener un buen estado de salud, incluso se ha observado que el consumo de 20 tazas de té verde por día no produce efectos secundarios evidentes (19,21). En los estudios analizados *in vivo* se emplearon dosis variadas entre 5 a 300 mg/kg, mientras que *in vitro* las concentraciones empleadas oscilaron entre 2,2 a 350 μM . A pesar de estos estudios, aún no se ha establecido la dosis óptima terapéutica, por lo que aún faltan más estudios que incluyan su farmacocinética y farmacodinamia.

Como se pudo observar en esta revisión, el empleo de las CTV es de interés en la salud pública ya que pueden actuar como agentes preventivos y coadyuvantes en el tratamiento de enfermedades relacionadas con el EOX y el daño al ADN (7,10). Los hallazgos analizados en la presente revisión son de gran importancia, ya que una consecuencia de las lesiones persistentes en el ADN son las mutaciones, las cuales están implicadas en la etiopatogenia de enfermedades como algunos tipos de cáncer. En los estudios analizados, las CTV mostraron protección del daño al ADN inducido por la exposición a metales pesados como el cromo y el arsénico, así como a los efectos de la radiación ionizante (8,15,16). También se observó protección genotóxica en alteraciones médicas como la fibrogénesis hepática y la nefropatía diabética (13,14). Las CTV presentaron efectos terapéuticos en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares (20,25), hepáticas (13,22,23), nefropatías (14,18), lesión intestinal (16), disfunción de la vejiga (19), enfermedad de Parkinson (24), cáncer de mama (26,27) y toxicidad pulmonar (21), mostrando además efectos sobre los procesos inflamatorios. En la Figura 5 se muestra la relación de los efectos genotóxicos y antígenotóxicos de las CTV con los beneficios en la salud con base en las posibles vías implicadas en estos procesos.

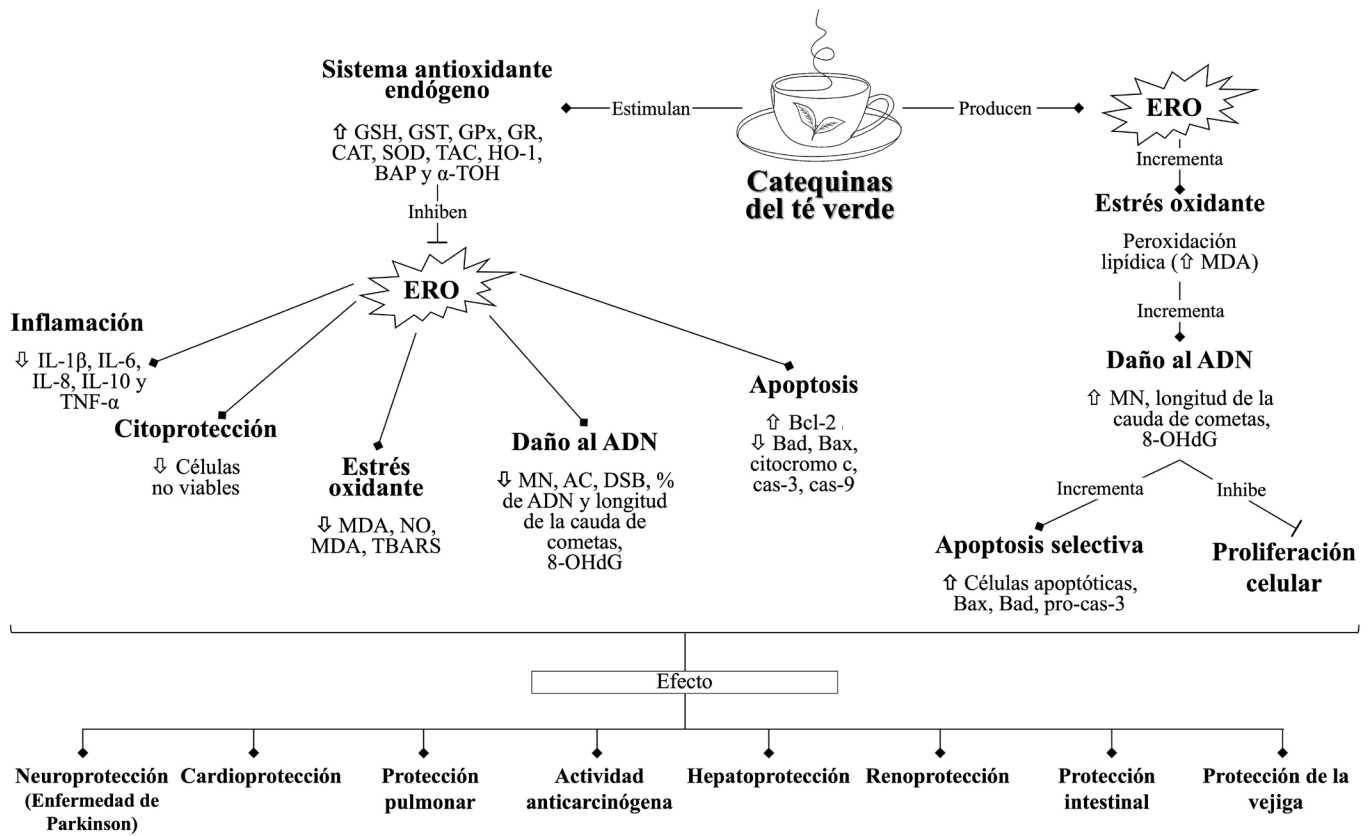


Figura 5: Vías de protección inducidas por el tratamiento con CTV.

Fuente: Elaboración propia con base en evidencia científica y conocimiento experto (2022).

Los estudios que se están generando sobre las CTV son alentadores, ya que muestran una aproximación de las posibles vías implicadas en estos procesos. Sin embargo, aún es necesario ampliar los estudios encaminados a establecer las dosis óptimas. Con estos estudios, se podría obtener el conocimiento necesario para poder iniciar con intervenciones en grupos de pacientes y población en general. De manera similar, se podría confirmar la actividad antigenotóxica de las CTV en el tratamiento terapéutico de alteraciones relacionadas con el EOX y daño genético, así como en la quimiopreención de algunos tipos de cáncer.

Conclusiones

Aunque las CTV tienen efectos antigenotóxicos, también pueden presentar efectos genotóxicos que contribuyen en la eliminación de células con daño genético. De ahí que, la actividad genotóxica de las CTV no se debe considerar del todo como perjudicial para la salud. Los efectos benéficos en la salud de las CTV están relacionados con: a) su actividad antioxidante mediante la captura, inhibición y prevención de formación de las ERO; b) la regulación del sistema antioxidante endógeno; c) la activación de los mecanismos de reparación al contribuir en la eliminación del aducto 8-OHdG; d) la inducción de apoptosis en células con daño al ADN; y e) la inhibición de la inflamación relacionada con su actividad

antioxidante y antiapoptótica. De ahí que, el estudio de polifenoles como las CTV representa una opción en la prevención y como coadyuvante en el tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas relacionadas con el EOx y con el daño genotóxico.

Agradecimientos

Este trabajo de revisión forma parte del proyecto PAPIIT-IN224719; IN216122 financiado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), mediante la DGAPA-Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica.

Conflictos de interés

Los autores no tienen conflictos de interés en el presente trabajo.

References

1. Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial effects of green tea—A review. *J Am Coll Nutr.* 2006;25(2):79–99.
2. Hu J, Webster D, Cao J, Shao A. The safety of green tea and green tea extract consumption in adults – Results of a systematic review. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2018; 95:412–433.
3. Lorenzo JM, Munekata PES. Phenolic compounds of green tea: Health benefits and technological application in food. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2016; 6:709–719.
4. Liu Z, Liu D, Cheng J, et al. Lipid-soluble green tea extract: Genotoxicity and subchronic toxicity studies. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2017; 86:366–373.
5. Li Y, Cao Z, Zhu H. Upregulation of endogenous antioxidants and phase 2 enzymes by the red wine polyphenol, resveratrol in cultured aortic smooth muscle cells leads to cytoprotection against oxidative and electrophilic stress. *Pharmacol Res.* 2006;53(1):6–15.
6. Lewandowska H, Kalinowska M, Lewandowski W, Stępkowski TM, Brzóška K. The role of natural polyphenols in cell signaling and cytoprotection against cancer development. *J Nutr Biochem.* 2016; 32:1–19.
7. Olson KR, Briggs A, Devireddy M, et al. Green tea polyphenolic antioxidants oxidize hydrogen sulfide to thiosulfate and polysulfides: A possible new mechanism underpinning their biological action. *Redox Biol.* 2020;37: 101731. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101731>
8. Kaushal S, Ahsan AU, Sharma VL, Chopra M. Epigallocatechin gallate attenuates arsenic induced genotoxicity via regulation of oxidative stress in balb/C mice. *Mol Biol Rep.* 2019;46(5):5355–69.
9. Eastmond DA, Hartwig A, Anderson D, et al. Mutagenicity testing for chemical risk assessment: update of the WHO/IPCS harmonized scheme. *Mutagenesis.* 2009;24(4):341–9.
10. García-Rodríguez MC, Carvente-Juárez MM, Altamirano-Lozano MA. Antigenotoxic and apoptotic activity of green tea polyphenol extracts on hexavalent chromium-induced DNA damage in peripheral blood of CD-1 mice: Analysis with differential acridine orange/ethidium bromide staining. *Oxid Med Cell Longev.* 2013;2013: 486419.
11. Bedrood Z, Rameshrad M, Hosseinzadeh H. Toxicological effects of *Camellia sinensis* (green tea): A review. *Phyther Res.* 2018;32(7):1163–80.
12. 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.
13. Al-Basher GI. Green tea activity and iron overload induced molecular fibrogenesis of rat liver. *Saudi J Biol Sci.* 2019;26(3):531–40.
14. Ladeira LCM, dos Santos EC, Santos TA, et al. Green tea infusion prevents diabetic nephropathy aggravation in recent-onset type 1 diabetes regardless of glycemic control. *J Ethnopharmacol.* 2021;274: 114032.
15. García-Rodríguez MC, Serrano-Reyes G, Hernández-Cortés LM, Altamirano-Lozano M. Antigenotoxic effects of (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) and its relationship with the endogenous antioxidant system, 8-hydroxydeoxyguanosine adduct repair (8-OHdG), and apoptosis in mice exposed to chromium (VI). *J Toxicol Environ Heal.* 2021;84(8):331–44.
16. Xie LW, Cai S, Zhao TS, Li M, Tian Y. Green tea derivative (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) confers protection against ionizing radiation-induced intestinal epithelial cell death both *in vitro* and *in vivo*. *Free Radic Biol Med.* 2020; 161:175–186.
17. Wang D, Gao Q, Wang T, et al. Green tea polyphenols and epigallocatechin-3-gallate protect against perfluorodecanoic acid induced liver damage and inflammation in mice by inhibiting NLRP3 inflammasome activation. *Food Res Int.* 2020;127: 108628.
18. Wongmekiat O, Peerapanyasut W, Kobroob A. Catechin supplementation prevents kidney damage in rats repeatedly exposed to cadmium through mitochondrial protection. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.* 2018;391(4):385–94.
19. Gu M, Liu C, Wan X, et al. Epigallocatechin gallate attenuates bladder dysfunction via suppression of oxidative stress in a rat model of partial bladder outlet obstruction. *Oxid Med Cell Longev.* 2018;2018: 1393641.
20. Chen K, Chen W, Liu SL, et al. Epigallocatechin gallate attenuates myocardial injury in a mouse model of heart failure through TGF-β1/Smad3 signaling pathway. *Mol Med Rep.* 2018;17(6):7652–60.

21. Shanmugam T, Selvaraj M, Poomalai S. Epigallocatechin gallate potentially abrogates fluoride induced lung oxidative stress, inflammation via Nrf2/Keap1 signaling pathway in rats: An in-vivo and in-silico study. *Int Immunopharmacol*. 2016; 39:128–139.
22. Tak E, Park GC, Kim SH, et al. Epigallocatechin-3-gallate protects against hepatic ischaemia-reperfusion injury by reducing oxidative stress and apoptotic cell death. *J Int Med Res*. 2016;44(6):1248–1262.
23. Zhao L, Zhang N, Yang D, et al. Protective effects of five structurally diverse flavonoid subgroups against chronic alcohol-induced hepatic damage in a mouse model. *Nutrients*. 2018;10 (11): 1754.
24. Tseng HC, Wang MH, Chang KC, et al. Protective effect of (-) epigallocatechin-3-gallate on rotenone-induced parkinsonism-like symptoms in rats. *Neurotox Res*. 2020;37(3):669–82.
25. Liang Y, Ip MSM, MakJCW. (-)-Epigallocatechin-3-gallate suppresses cigarette smoke-induced inflammation in human cardiomyocytes via ROS-mediated MAPK and NF-κB pathways. *Phytomedicine*. 2019;58: 152768.
26. Pereyra-Vergara F, Olivares-Corichi IM, Perez-Ruiz AG, Luna-Arias JP, García-Sánchez JR. Apoptosis induced by (-)-epicatechin in human breast cancer cells is mediated by reactive oxygen species. *Molecules*. 2020;25(5): 1020.
27. Farhan M, Oves M, Chibber S, Hadi SM, Ahmad A. Mobilization of nuclear copper by green tea polyphenol epicatechin-3-gallate and subsequent prooxidant breakage of cellular DNA: implications for cancer chemotherapy. *Int J Mol Sci*. 2017;18(1): 34.
28. Udroiul, MarinaccioJ, SguraA. Epigallocatechin-3-gallate induces telomere shortening and clastogenic damage in glioblastoma cells. *Environ Mol Mutagen*. 2019; 60:683–92.
29. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol*. 2007;39(1):44–84.
30. Pisoschi AM, Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *Eur J Med Chem*. 2015; 97:55–74.
31. Surh YJ, Ferguson LR. Dietary and medicinal antimutagens and anticarcinogens: Molecular mechanisms and chemopreventive potential - Highlights of a symposium. *Mutat Res - Fundam Mol Mech Mutagen*. 2003;523–524:1–8.
32. Shi X, Ye J, Leonard SS, et al. Antioxidant properties of (-)-epicatechin-3-gallate and its inhibition of Cr (VI)-induced DNA damage and Cr(IV)- or TPA-stimulated NF-κB activation. *Mol Cell Biochem*. 2000;206(1–2):125–32.
33. Hakim IA, Chow HHS, Harris RB. Green tea consumption is associated with decreased DNA damage among GSTM1-positive smokers regardless of their hOGG1 genotype. *J Nutr*. 2008;138(8):1567–71.
34. Valavanidis A, Vlachogianni T, Fiotakis C. 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG): A critical biomarker of oxidative stress and carcinogenesis. *J Environ Sci Heal Part C*. 2009;27(2):120–39.
35. García-Rodríguez MC. Polifenoles y vitaminas en la protección del daño genético inducido por metales con potencial cancerígeno. *Nutr Clin Med*. 2019; XIII (3):129–39.
36. Mikuła-Pietrasik J, Kuczmarska A, Rubiś B, et al. Resveratrol delays replicative senescence of human mesothelial cells via mobilization of antioxidative and DNA repair mechanisms. *Free Radic Biol Med*. 2012;52(11–12):2234–45.
37. Ho CK, Choi SW, Siu PM, Benzie IFF. Effects of single dose and regular intake of green tea (*Camellia sinensis*) on DNA damage, DNA repair, and heme oxygenase-1 expression in a randomized controlled human supplementation study. *Mol Nutr Food Res*. 2014;58(6):1379–83.
38. Calabrese EJ, Tsatsakis A, Agathokleous E, Giordano J, Calabrese V. Does green tea induce hormesis? *Dose-Response*. 2020;18(3):1–13.
39. Kim H-S, Quon MJ, Kim JA. New insights into the mechanisms of polyphenols beyond antioxidant properties; lessons from the green tea polyphenol, epigallocatechin 3-gallate. *Redox Biol*. 2014;2:187–195.
40. Ouyang J, Zhu K, Liu Z, Huang J. Prooxidant effects of epigallocatechin-3-gallate in health benefits and potential adverse effect. *Oxid Med Cell Longev*. 2020;2020: 9723686.
41. Janciauskiene S. The beneficial effects of antioxidants in health and diseases. *Chronic Obstr Pulm Dis J COPD Found*. 2020;7(3):182–202.

Recibido: 18/02/2022
Aceptado: 13/06/2022

Food Trade for Specific Health Use FOSHU through Patents in LATAM: Relevant Aspects in International Law

Claudia Verónica Gómez Gómez¹ , Ismael Gastón Castillo Cortéz² , Raul Soto Villaflor³ , Sharon Viscardi^{4,5} , Felipe Westermeyer Hernández⁶ .

Abstract: Food Trade for Specific Health Use FOSHU through Patents in LATAM: Relevant Aspects in International Law. Introduction: This article addresses the legal regulations for Foods for Specified Health Uses (FOSHU) in the main trade associations of Latin America (LATAM), based on the *Codex Alimentarius* system. **Objective:** The objective is to determine regulatory progress in the trade of FOSHU products. **Material and methods:** This study includes a review of the literature emanating from the databases from 2018 to 2022, according to the framework of three general food marketing regulations: food safety claims; inspection regulations, and food manufacturing and labeling. **Results:** The results reveal the absence of a specific legislation for FOSHU foods, as these are only mentioned in the area of nutrition. **Conclusions:** The legal framework in the trade of these products is based on *jus cogens*. Registration of industrial patents in the main member countries of LATAM trade associations can be facilitated through the Patent Prosecution Highway (PPH). **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 218-230.**

Keywords: functional foods, Pacific Alliance, MERCOSUR, SICA, comparative international laws.

Resumen: Comercio de Alimentos para Uso Específico de Salud FOSHU a través de Patentes en LATAM: Aspectos Relevantes en el Derecho Internacional. Introducción: El artículo aborda las regulaciones jurídicas en Alimentos para Uso Específico de Salud “FOSHU” en las principales asociaciones comerciales de América Latina (LATAM), basados en el sistema *Codex Alimentarius*. **Objetivo:** Determinar el avance regulatorio en la comercialización de productos FOSHU. **Materiales y métodos:** Se revisa la literatura emanada de las bases de datos desde el año 2018 al 2022, según el marco de tres regulaciones generales de comercialización de alimentos: las declaraciones de seguridad alimentaria; las regulaciones de inspecciones, las de manufacturas de alimentos y etiquetado. **Resultados:** Los resultados revelaron la ausencia de una legislación específica para alimentos FOSHU, siendo solo mencionados en el área de la nutrición. **Conclusiones:** El revestimiento jurídico en la comercialización de estos productos; se cimienta en el *ius cogens*. Las inscripciones de patentes industriales en los principales países miembros de las asociaciones comerciales en LATAM pueden facilitarse por la vía del *Patent Prosecution Highway* (PPH). **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(3): 218-230.**

Palabras clave: alimentos funcionales, Alianza del Pacífico, MERCOSUR, SICA, derecho internacional comparado.

Introduction

Law evolves like language, slowly and imperceptibly, and the vast majority of times it lags behind political, social, cultural and material transformations. The pace of this evolution varies ostensibly, depending on the object of the regulation and whether the regulations are systematized or not. This work aims to be a contribution to an emerging topic: the regulation of the manufacture and trade of new food products, whose purpose is not only nutrition, but also specific health purposes, making use of the same biological processes of animals and vegetables to improve the quality of the final products. These are conceptualized as “foods

¹Universidad Católica de Temuco, Chile. Facultad de Ciencias Jurídicas, Económicas y Administrativas. Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas- Ingeniería Comercial. Campus San Francisco. Montt# 56 La Araucanía, Chile. ²Programa de Doctorado, Universidad Internacional Iberoamericana, México. ³Universidad Católica de Temuco, Chile. Facultad de Ciencias Jurídicas, Económicas y Administrativas. Escuela de Derecho. Universidad Católica de Temuco. ⁴Núcleo de investigación en Producción Alimentaria, Universidad Católica de Temuco, Rudecindo Ortega 02950, Temuco, La Araucanía, Chile. ⁵Functional Foods Laboratory, Camino Sanquillo, Parcela 18, Padre Las Casas, La Araucanía, Chile. ⁶Programa de Doctorado Iuris, Ruprecht-Karls -Universität Heidelberg. LLM Karl- Ruprecht, Universität Heidelberg, Alemania.
Autor para la correspondencia: Claudia Gomez PhD, Professor. E-mail: claudia.gomez@uct.cl

that are characterized as having beneficial effects on human health due to their ingredients or because some characteristic harmful to health has been removed” and must be rigorously evaluated with scientific support in order to be marketed with this designation, i.e., they are nutritious foods that have a beneficial effect on health(1,2). These products, referred to in this article as FOSHU, their acronym in English, represent a very specific case both from an industrial and legal standpoint, and therefore this article will first analyze the industrial and legal assumptions surrounding this new phenomenon. The general objective of this work is to identify the regulatory progress of Foods for Specified Health Uses (FOSHU) in Latin America, considering the three main trade associations in the region: the Pacific Alliance (Chile, Colombia, Mexico and Peru); the Southern Common Market (MERCOSUR), considering only its founders Argentina, Uruguay, Paraguay and Brazil, and the Central American Integration System (SICA) integrated by Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua and Panama. There are two main specific objectives. The first is to identify the existence of the legal treatment of these products and the second is to determine the legal framework in their trade. This is in response to the growing needs of a global population in constant expansion and with an interest in consuming healthy food as a promise of better health and quality of life.

From an agro-industrial standpoint, food has undergone a large number of genetic modifications to improve its characteristics(3). Crops and food products are now physically and genetically modified through biotechnology(4). Biotechnology in its traditional or classical sense is understood as “a set of techniques for manipulating living beings or parts thereof for economic purposes” without direct genetic management, while in a modern sense it refers to a set of techniques that use direct genetic manipulation and transfer of DNA.

The development of new production techniques for more and better food is an absolute necessity. An aging population,

higher life expectancies and an increase in the world population results in a growing demand for food. In the next 50 years, one of the main challenges for public policies will be to feed a population with a longer lifespan, who will suffer from the diseases of modernity, such as obesity, osteoporosis, cancer, diabetes, allergies and dental problems(5). Added to this, as a result of climate change and increased industrial development, there will be less availability of arable land, water and labor available for agriculture. The decrease in fresh water and available land means that we should expect a decrease in both the production of cereals in various parts of the world and in the productivity of other basic foods. Both factors require the development of technologies that make long-term food production sustainable. At the same time, increased purchasing power in several parts of the world will lead to an increase in the demand for meat and dairy products over the next two decades in developing countries(6).

Faced with these health and economic challenges, we are witnessing a shift in the paradigm of what is meant by food. The concept of “food” has surpassed the basic idea of satisfying primary needs, escalating to a new generation of food: Foods for Specified Health Uses or FOSHU. These seek to comply with three fundamental aspects that differ from each other: nutrition, sensory satisfaction and fortification. FOSHU foods contain beneficial substances for some functions of the human body, improving the health and well-being of those who eat them. They also have properties to reduce the risk of a disease or its scientifically proven symptoms.

Such scientific challenges are not new. Biotechnology has been in use for decades. However, there are two elements that have changed: the pressure for more and better food, imposed by the circumstances mentioned above, and the emergence of new production techniques within the biotechnology industry. There are different branches within this, depending on the object they work on. Foods for Specified Health Uses (FOSHU) have emerged in one of these, food biotechnology. Food biotechnology “uses the techniques and processes used by living organisms or their substances to produce or modify food, improve the plants or animals from which they originate, or develop microorganisms that intervene in their preparation. The use of these techniques has had positive effects in preventing some specific diseases.

As we hope to demonstrate in this work, the entire production process of the raw materials used in FOSHU foods is highly unregulated in the region. This raises the question of the existence of literature that proposes and systematizes this, progress in public policies and standards that try to provide a global legal framework to this type of food and regulate its trade, and implications for the biotechnological industry and environmental protection. This paradigm shift has opened a gap where little research exists regarding the differences between developed and developing countries in the marketing of these highly specialized products. While developed countries have implemented commercial and legal practices that aim to protect the production of FOSHU food, developing countries are still at a disadvantage in terms of the regulation of their food industry, generally following the *Codex Alimentarius*, which has been used around the world since 1963(7). Today, US and Japanese legislation includes a definition of these FOSHU foods, and this differentiation between countries makes their regulation difficult with respect to the less developed countries, where the main raw materials are produced rustically and with no added value.

Notwithstanding the above, the vision of international law allows us to encompass the trade of FOSHU products within the generic concept of food, given that their recognition through licensing in certain countries such as Japan adds a commercial value to these products. Accordingly, there is a legal tension between patent rights and freedom of trade, where the latter is covered by the protection of international free trade agreements in Latin America and the Caribbean. In this context, the following questions arise: Is there a regulatory framework for FOSHU products in Latin America and the Caribbean? Should there be a display of natural equity under international law between the interests of FOSHU food producers and the marketing needs of functional foods in Latin America? And finally, is it necessary to change the qualification matrix? This work addresses the existing knowledge gap based on the need to generate valid and reliable information on specific FOSHU foods and their marketing in Latin America.

Comparative food regulation

To protect consumers and safeguard the health of the population, in recent decades' different models have emerged to provide a general regulatory framework

for the food industry. The European Union has opted for an optional labeling model, which has been marked by the heterogeneity of the regulations, highlighting the Nutri-Score, Multiple Traffic Lights, Healthy Choice and Keyhole systems. In contrast, Latin American legal systems have opted for a labeling alert system. However, there are differences within Latin American legal systems, which can be seen through two models: The Chilean and the Ecuadorian model(8).

These last regulations have been positively evaluated in terms of health, but it does not regulate products as complex as FOSHU, for which the legislation on the sale of food products and their content is not as specific. Nor is it responsible for other relevant legal aspects such as intellectual property rights and biosafety regulations that have an international influence on the management of biological research and the trade of these products as food from the region(9). However, the above are the provisions of the moral conscience of international society or customary international law *jus cogens*. In the emergency resulting from a change of matrix in the trade of functional products due to the need to provide high quality food to the global population, this enables us to differentiate between the food product in itself and its protection covered by the patent. The question is whether the patent is legally protecting the discovery of the advantages and effects on health or the greater value of the food products covered by it. The occurrence of one of these at the exclusion of the other has substantive legal effects on an international level.

Regarding the routes of the definition of global food in the development of technological innovation, the growing demand for healthy food for humans can be met through the supply of products from the food and agriculture industry, providing an enormous business opportunity for FOSHU foods(10). This is with the understanding that this type of product is an "improved" food, or a sort of specialized food, but food, nonetheless(11). Examples of origin and use include the term functional foods. Although

the term was coined in the 1920s, there is no universally accepted definition, however they are generally understood as foods that give “the body the necessary amount of vitamins, fats, proteins, carbohydrates, etc., needed for their healthy survival” or can be defined as “foods that are characterized as having beneficial effects on human health due to their ingredients or because some characteristic harmful to health has been removed”(12). The history of functional foods dates back to 1000 BC. in China, which has a longstanding tradition of using certain foods and herbs with healing or therapeutic properties based on traditional medicine.

The term Medicinal Food was frequently used in the literature of the Eastern Han Dynasty, circa 100 BC. The term Special Foods is also mentioned in the literature of the Song Dynasty circa 1000 AD. In the West, Hippocrates, a Greek physician in the 5th-4th century B.C., already envisaged the importance of food with his famous phrase, “Let food be thy medicine and medicine be thy food,”(13) and in the 21st century this same philosophy applies to both functional foods in general and FOSHU foods in particular. In more modern times, iodized salt has been used in the United States since 1924 to fight goiter(14). In 1930, fermented milk was used in Japan to prevent intestinal diseases with the probiotic *Lactobacillus casei Shirota*, with the logic that the probiotic “provides specially cultivated live bacteria that remain active in the intestine,” These foods are scientifically proven to strengthen the body’s defenses, which results in the sale of probiotics estimated annual global sales market value of over US \$ 3.7 billion in 2016, that is expected to rise to \$ 17.4 billion by 2027 (15). However, there are still some gaps in information, and research is still being conducted as to their efficacy. Likewise, functional foods also include prebiotics, defined as “a selectively fermented ingredient, or a fiber that enables specific changes, both in the composition and in the activity of the gastrointestinal microflora, that bestow benefits to the well-being and health of the host,” and synbiotics, which are the “combination of probiotics and prebiotics”(16). In the 1950s, the World Health

Organization (WHO) (17) established fortified food programs to fight malnutrition, and eLENA (e-Library of Evidence for Nutrition Actions) provides guidelines based on scientific evidence on the growing number of global nutrition interventions. It was not until 1990 that Japan –pioneer in FOSHU food legislation– established an approval system for functional Foods, based on the results of health research, issuing a decree from its Ministry of Health and Welfare approving *Foods for Specified Health Uses* (FOSHU) in English, Tokuhō in Japanese or *Alimentos para Uso Específico de Salud* in Spanish, given the rise in health costs and increase in life expectancy.

This new type of food category is the result of the scientific and legal application of an understanding of the function of the food item and its primary nutritional and regulatory function. Internationally, functional foods are recognized to have three functions: “nutritional” (survival); “sensory” (pleasant sensations due to the taste, smell, texture, among others) and “physiological” (producing a favorable effect on nutrition, biorhythm, the nervous system, the body’s defense capacity, among others, of the consumer) the addition of calcium and folic acid can currently be claimed as reducing the risk of disease. In terms of the differentiation between Functional Foods and FOSHU, FOSHU foods are more advanced: they must be rigorously evaluated with scientific support in order to be marketed with the FOSHU designation. The Japanese approach to food indicates that the regulation is applied to the large segment of “healthy foods” with a total domestic market share of 65%, under two definitions for food: FOSHU (Foods for Specified Health Use) and FNFC (Foods with Nutrient Function Claims)(18).

In 1993, the first company authorized in Japan to sell physiologically functional food by the Japanese Ministry of Health, Labor and Nutrition was Shiseido, marketing a type of rice whose protein (globulin) had been extracted to make the rice apt for consumption by people allergic to this protein(19).

FOSHU foods affirm their functional properties in reference to the increase in the appearance of Lifestyle-Related Diseases (LSRD), known as lifestyle-related diseases. These include obesity, diabetes mellitus, high blood pressure, cerebrovascular diseases and cancer. In Japan, these foods are considered the only type of food product (not ingredients) that can legally carry health claims and that is composed of functional ingredients that affect the structure/

function (physiological functions) of the body. FOSHU products should be consumed by healthy people or those in the preliminary stage of a disease for the maintenance and/or promotion of health or special health uses, to control specific health conditions such as gastrointestinal issues and blood pressure(20). New changes in Japanese legislation to improve product positioning introduce new subsystems of FOSHU, such as (a) standardized FOSHU, (b) qualified FOSHU and (c) claims of reduced risk of disease for FOSHU. Japanese legislation on food uses the general designation term *Kenko-shokuhin* in Japanese, which includes foods recognized to have health properties; and the term *Keyno-sei-shokuhin* (for functional foods), and the legislation currently uses FOSHU foods and FNFC (Foods with Nutrient Function Claims) in English, Portuguese and Spanish (Alimentos con Declaraciones de Nutrientes Funcionales)(13,15). This leads to a difficulty in regulation in the international arena, in an attempt to issue regulatory documents, minutes and conferences on procedures to regulate the issue by specifically identifying the type of food.

If we consider FOSHU foods as improved or specialized, it allows us to conclude, based on the historical justification of international law *jus cogens*, recently presented, that they are regulated under the universal spectrum of foods. Their legal treatment in international trade should include the common requirements for “products,” and their manufacturers should be free to market them as such food products regardless of whether they submit these to the fast-track patent examination program known as the Patent Prosecution Highway (PPH) used by member countries of the Pacific Alliance and MERCOSUR(21,22). Only SICA countries Guatemala and Honduras do not report information. In Latin America and the Caribbean, the only countries in the main trade associations that use PPHs in bilateral agreements are Argentina, Brazil, Uruguay, Paraguay, Mexico, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, Panama and Peru, in the event that the food product has been industrially patented in its country of origin.

In conclusion, we can observe two legal ways for these products to enter the international market: the first is as common or general foods -which is the regular way that they are marketed- and the second is as inventions covered by internationally recognized industrial patents. We can see that the issue of recognition of FOSHU products does not prevent the entry of these products as such into the Pacific Alliance, MERCOSUR

or SICA market. They either enter via patent from a country outside the associations or as new products generated and developed by producers from the trade bloc. This results in open and guaranteed competition based on the emergence of *jus cogens* when faced with eventual restrictions due to differentiations “by producer” but not by “product”.

Methodology in the regulatory analysis of food regulations

The approach to the study object is added to the proposed methodology, which qualitatively approaches law with social science. This is based on the legislation on food health regulations and the intrinsic and extrinsic relationships to establish a relational framework for the research. This critical review of the literature integrates exploration and mapping through levels of synthesis in the review of the literature, distinguishing the characteristics that differentiate the system of food trends. A filter system is proposed to select works by title and with full content included for analysis. The approach involved a systematic review of articles on the subject in Spanish, English and Portuguese on legislation in Latin America, as well as international legislation on the concept of FOSHU foods in the three main trade associations in the region: Pacific Alliance (Chile, Colombia, Mexico and Peru), MERCOSUR (only Uruguay, Argentina, Paraguay and Brazil) and SICA (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua and Panama). A search for information was conducted in the online indexed databases of Scientific Electronic Library Online (SciELO) Journals, whose objective is to disseminate and draw attention to the science generated in Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal. Google Scholar was also consulted. Google Scholar is not only a database and a reference manager, but also a powerful search engine that identifies indexed academic literature from different disciplines and different databases worldwide. This made it possible to combine and broaden searches for articles published in both databases from 2018 to 2022. The methodological proposal

addresses the issue of the interconnection between the social, legal and health fields by exploring articles published in Latin America and the Caribbean. The first criterion was that they exclusively contain progress on regulatory information relevant to FOSHU foods both in the title and in the full article by searching for: FOSHU foods and regulations. Therefore, the process was limited to publications generated by the aforementioned trade associations and the literature developed only in articles, adjusting the search to the use of one or all the terms and their relationship. It was necessary to integrate the search under three dimensions with variations of the term “FOSHU” and “regulations of claims,” specifically: regulations of food safety claims and government policies; regulations of claims and inspections by product/market as raw materials; and regulations of claims that affect food manufacturing and labeling, as these are what this study seeks to address (23–26).

Within the search strategies, through the discussion of the terms and their contents, we made a strategic selection of keywords and their combinations that could give us a better scope of the complexity of the topic, divided into two equations. For this process, the first search equation was: (TITLE (“FOSHU Food*” OR “regulations”)) OR (KEY (“food safety” AND (“government policies”) OR (“claims and inspections by product/market”) AND (“raw materials”) OR (“food manufacturing”) AND (“labeling”). The new search equation was: (TITLE “FOSHU Foods*” OR “regulations”)) OR (KEY (“food safety” AND (“government policies”) AND (“PA”) OR (“MERCOSUR”) OR (“SICA”) OR (“claims and inspections by product/market”) AND (“raw materials”) AND (“PA”) OR (“MERCOSUR”) OR (“SICA”) OR (“food manufacturing”) AND (“labeling”) AND (“PA”) OR (“MERCOSUR”) OR (“SICA”) (See [Table 1]). The exploration undertaken aims to synthesize the main considerations in terms of epistemological influences through the diverse cultural contexts of the types of food, specifically FOSHU, with the understanding that a concern for cultural differences would not affect the research. In this conceptual

Table 1: Search Equations for FOSHU Food.

DIMENSIONS	(TITLE (“FOSHU Food*” OR “regulations”)) OR (KEY (“food safety” AND (“government policies”) AND (“PA”) OR (“MERCOSUR”) OR (“SICA”) OR (“claims and inspections by product/market”) AND (“raw materials”) AND (“PA”) OR (“MERCOSUR”) OR (“SICA”) OR (“food manufacturing”) AND (“labeling”) AND (“PA”) OR (“MERCOSUR”) OR (“SICA”))	Keywords / and /or Spanish, English or Portuguese. Alimentos para Uso Especifico de Salud. FOSHU Foods for Specified Health Uses. Foods for Specific Use for a Saúde.
FOOD REGULATION ASOC.COM.	-PACIFIC ALLIANCE (PA) -MERCOSUR -SICA	Foods for Specified Health Uses. FOSHU.
1	Regulations of food safety claims and government policies.	Foods for Specified Health Uses. FOSHU.
2	Regulations of claims and inspections by product/market as raw materials.	Foods for Specified Health Uses. FOSHU.
3	Regulations of claims that affect food manufacturing and labeling.	Foods for Specified Health Uses. FOSHU.

framework proposed for the regulatory analysis of food in Latin America and the Caribbean, the basic regulations for the marketing of such food are recorded, determining the regulatory specifications and paying attention to each of them, their development by country and as a whole, acknowledging interactions. For verification purposes, this was complemented with specific regulatory documentation on food in each member country of the Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA and the main international

regulations. In order to maintain methodological consistency during the citation and management of the process, inclusion or exclusion criteria were not applied. However, an effort was made to ensure that the contributions on regulations were broad, reading not only the titles and abstracts but also the scope of the content of the articles. The methodological strategy used sought out a consistent food pattern. There was only one methodological option, which established a defined legal area that would facilitate the approach of the study and optimize the resources in the analysis of the literature. From the body of literature from Latin America and the Caribbean, we were able to find material on FOSHU Foods, focused on their conceptualization, innovation process and applications(27–34). The most significant information was narratively synthesized and characterized according to content. The research reviewers compiled the narrative synthesis and the material associated with the keywords, which included the articles found in the areas mentioned(35).

Results

One of the main results is that most of the literature on the subject focuses almost entirely on health -specifically on nutrition- and does not address the legal aspect. The reviews of articles on the subject in the area of social sciences and law have serious limitations in both Scielo and Google Scholar. First, they do not take a similar approach regarding the mention of the legislative aspect or its relationship with public policy on the type of food. In general, most of the material is focused on food in general or the area of food production, based on the general nutritional characteristics of the products in Latin America and the Caribbean that are primarily regulated by the *Codex Alimentarius*.

Therefore, reviews in both databases result in a lack of combined information on the three search criteria used in all cases, and there is a mix of information on the trade of functional foods, FOSHU and foods in general as raw materials without differentiation or added value in Latin America and the Caribbean. The literature reviews in both databases show that the member countries of the Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA do not consider all the levels of comparative progress between similar products from member

nations and do not share information on their legislative management and marketing. However, what they do share individually as a country and collectively as a trade association is the use of the *Codex Alimentarius*. We found a significant lack of material in the legislative area on this type of product both in Latin America and the Caribbean and on an international level in terms of agreements for control and trade. In contrast, there was a greater amount of material in the area of human nutrition, which is not the specific object of this study.

The general analysis was complemented with regulatory documentation on food on an international level. The markets that consume functional foods have the legislative assurance of a beneficial effect on the human body, beyond the usual nutritional effects, and that their consumption improves the health and well-being of those who eat them, as well as potentially reducing the risk of disease. In the United States, the International Life Sciences Institute (ILSI) includes modified and non-modified foods in its definition, in coordination with the FDA. As mentioned above, Japan has its own regulation, and in Europe, the Life Sciences Institute Europe (ILSE) works together with the European Food Safety Authority (EFSA). This differentiation in regulation between developed and developing countries hinders the classification and trade of these products, reducing the trade opportunities in the most attractive markets.

There was a subsequent review of the regulations of the members of the Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA and the main international regulations followed by both the trade associations and the individual countries in Latin America and the Caribbean. In the first analysis of regulations of food safety claims and government policies, we can see that based on specific public policies and national regulations in the countries of the Pacific Alliance (Chile, Colombia, Mexico and Peru), these countries are better positioned on the subject, along with

MERCOSUR and SICA (with the exception of Guatemala and Honduras) (See [Table 2]). Based on a collective and individual search on the Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA regarding the opening of markets and health policies, the general panorama observed is that in the countries with the largest number of peer-reviewed publications on FOSHU, these are in health (not the object of our study), in the area of nutrition, in both databases. A second regulatory review reports the results of the analysis of literature mentioned in the claims and inspections by product/market in connection to the country and the products marketed as raw material, considering that several goods are similar in Latin America and are sold to international markets with no added value. The third regulation criteria involve claims that affect

food manufacturing and labeling, to determine whether there is any mention of this type of FOSHU food in Latin America. The results of the analysis in the Scielo database for the social sciences and legal areas are shown in [Table 3]. The regulations on the type of food addressed relate more to quality controls on the products and their production certifications for marketing them, such as ISO9000 or HCCP, rather than identifying them by their contents, nutrients or special or differentiating characteristics.

The previous procedure was repeated for the Google Scholar database. A search was carried out collectively and individually in the Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA in terms of the three search criteria mentioned, and no information was found in peer-reviewed articles referring to legislative regulations on FOSHU products in any area of social sciences and law.

Table 2: Regulations on Food and Human Health on an International Level and in Latin America and the Caribbean

Organization/Country	Legislation	Government/Year
Organization of American States	The multinational biosafety project	Biosafety Regulations in Latin America and The Caribbean within the framework of the International Biosafety Protocol. 2002. Chile, Peru and Colombia.
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)	"Healthy Messages" or Health Claims. According to the <i>Codex Alimentarius</i> (FAO, 2020)	There are no Specific Regulations. Shared by Codex Alimentarius and WTO.
World Health Organization (WHO)	"Healthy Messages" or Health Claims.	There are no Specific Regulations Shared by Codex Alimentarius and WTO.
Japan	Law on improvements in nutrition, Law No. 248, July 31, 1952, amended by Law No. 101, May 24, 1995, and by the new law that regulates nutritional improvements pursuant to Ministerial Ordinance No. 41, July 1991, amended by Ministerial Ordinance No. 33. May 25, 1996). Kinousei Shokuhin Konwakai" or "Group to discuss functional foods".	Quick Guide to Food for Specified Health Use, published by Japan Health Food and Nutrition Food Association. Japanese Ministry of Health and Welfare, 2000. Standard that monitors the quality of the scientific testing that endorsed the effectiveness of the food. 2006.
United States	Claims of "disease-reducing" properties are allowed for certain foods. Authorization of claim of benefit is regulated by the FDA (Food and Drug Administration), provided that there is publicly available scientific evidence that demonstrates the validity of the relationship described in that claim. Nutraceuticals or Functional Foods	National Institutes of Health Centers for Disease Control and Prevention Standard that monitors the quality of the scientific tests that endorsed the effectiveness of the food. 2006. Offers marketing options: as fortified food (adds nutrients), enriched (adds nutrients lost in processing), or enhanced (adds nutrients through modification or indirect methods). They are not listed in the FDA.

Table 2: Regulations on Food and Human Health on an International Level and in Latin America and the Caribbean. (cont.)

Organization/Country	Legislation	Government/Year
EU ILSE Europe International Life Science Institute Europe (ILSE) FUFOSE (Functional Food Science in Europe) Commission European Food Safety Authority (EFSA)	Regulation 1924/2006 on Nutrition, Functional and Health Claims made on food. European legislation on labeling prohibits attributing preventive, therapeutic or curative properties to foods, and the reference to such properties. EFSA, the European Food Safety Authority. Food-Based Dietary Guidelines, it is evident that in most EU member countries, the most frequent country-specific diet-related health problems are still cardiovascular diseases, overweight/obesity, dyslipidemia, hypertension, type 2 diabetes, osteoporosis and dental caries. www.efsa.europa.eu	Since 1999, FUFOSE has been working to establish a scientific approach to food. NUTRITION CLAIMS. Functionality: Suggests or implies that a food has particular nutritional properties due to its energy content or its nutrient composition. FUNCTIONAL CLAIMS: A functional claim will describe accepted and well-established roles of nutrients in development, growth, and normal physiological functions of the organism. HEALTH CLAIMS: They will describe the relationship between a food category, a specific food or one of its constituents and health. Created in 2002.
Pacific Alliance Chile	Food Sanitary Regulations (RSA), <i>Codex Alimentarius</i> relationship Technical standards on nutritional guidelines that indicate, for health claims of foods. Exempt Resolution No. 764/09. Published in the Official Gazette on October 05, 2009	Ministry of Health (MINSAL, 2009). Patent Prosecution Highway (PPT)
Pacific Alliance Colombia	Health claims and <i>Codex Alimentarius</i> Standards for food products INVIMA (Colombia)	Ministry of Health and Social Protection (INVIMA, 2019). Patent Prosecution Highway (PPT)
Pacific Alliance México	Production process – <i>Codex Alimentarius</i> Official Mexican Standards that control the production and safety of food are the official Mexican standard NOM-120-SSA1-1994: Goods and services, hygiene and sanitation practices for the processing of food, non-alcoholic and alcoholic beverages; and NOM-093-SSA1-1994: Hygiene and sanitation practices in the preparation of food offered in fixed establishments	Ministry of Health (DGIAAP, 2019). Patent Prosecution Highway (PPH).
Pacific Alliance Perú	<i>Codex Alimentarius</i> - reference regulation. Sanitary Food Regulations. <i>Alimentarius</i> .	Ministry of Health Sanitary Food Regulations, 2009. Patent Prosecution Highway (PPH).
MERCOSUR (Southern Common Market)	<i>Codex Alimentarius</i> reference regulation. Sanitary Food Regulations. <i>Alimentarius</i> .	Health Ministries. Sanitary Food Regulations. Argentina, Brazil, Uruguay and Paraguay (2010). Patent Prosecution Highway (PPH), PROSUR
SICA (Central American Integration System)	Ministry of Health. Costa Rica. WTO – <i>Codex Alimentarius</i> . Nutrients label: Energy value, Total Fat, Saturated Fat, Carbohydrates, Sodium, Protein. Preparation of food-based guidelines (GABAs) with recommendations from the FAO.	Health Ministries. Sanitary Food Regulations (2010). Patent Prosecution Highway (PPH). Only in: Costa Rica, El Salvador, Nicaragua and Panama

In attempting to analyze this through the regulatory system, internationally there is an inclination towards the management and certification of FOSHU foods, and no evidence is found in Latin America of specific

characteristics in regulations to support valorization by content or special intrinsic characteristics of added value.

Table 3: Results of Search Databases Scielo and Google Scholar 2018-2022

No. of Search	No. of Articles Found 2018-2022	Database <i>Scielo Journals</i>	Main Area
1	0	There are no articles referring to FOSHU food legislation in Latin America and/or in main trade associations.	OBJECT OF STUDY: -Social Sciences -Legal NOT OBJECT OF STUDY: -Health (nutrition).
2	0		
No. of Search	No. of Articles Found 2018-2022	Database <i>Google Scholar</i>	Main Area Identified
1	205	Health (food, diets, analysis of the properties of specific products, advertising and market research). There are no articles referring to FOSHU food legislation in Latin America and/or in main trade associations.	NOT OBJECT OF STUDY: -Health (nutrition). OBJECT OF STUDY: -Social Sciences -Legal
2	0		

Most reviews concur that the Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA only cover general food safety regulations and differentiated government policy. In the Scielo database consulted, no articles were identified that matched the search criteria on the regulations explored from the first search attempt with the term “FOSHU Food”. The second attempt included a combination of words such as “regulations of food safety claims and government policies by trade association”; “regulations for claims and inspections by product/market as raw materials” and finally “regulations for claims that affect food manufacturing and labeling” but brought up no results, and then searched by country, with no results. In Google Scholar, the same search dynamic was followed, no papers were found in the legal area. Only 205 articles were shown, but in reference to health, specifically to nutrition (which is not the object of our study) focused only on diets, property analysis, advertising and market research (See [Table 3]).

Discussion

The interest of the consumer and the population in general in obtaining optimal

diets to maintain good health throughout longer lifespans has led to an increase in the demand for natural foods, in which FOSHU-type foods take priority. The trade of “improved” or “specialized” foods is given a generic treatment under international law in consideration of the fact that its elements substantially constitute the same food products that have been known since ancient times. The granting or provision of industrial patents to certain food “products” protects these on the grounds of invention and industrial development as products from the area, paving the way to free competition in international markets, in accordance with the provisions of domestic law. The way for countries in Latin America and the Caribbean to develop as a significant food supplier lies in the development of legislation that integrates technological platforms to support the production and marketing of functional foods, using regulations and standards to evaluate and control these foods.

This will improve the supply of FOSHU foods with added value based on the needs and requirements of the end consumer, where the country can actively insert itself not only as an exporter of raw materials, but also with research into high-value premium products. We are witnessing a legal and commercial opening that will fast-track the circulation of improved food products through the Patent Prosecution Highway (PPH) in the Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA in Latin America and the Caribbean. This

constitutes significant progress in this trade area for the free circulation of products and the recognition of differentiated products in what could be considered a food subspecies in the future. In other words, the reasoning is that the matrix used to determine the consideration of invention patents should be modified, gradually reducing the effect of novelty on the element of nature. This would lead to a reduction in the granting of patents for products that are considered as improved food products. This instigates a discussion on the differentiating measure between an invented product and a food. It is not the intention of this work to define this measure of differentiation between a food product and food with an invention patent.

Conclusions

The legal reviews of the analyzed material have severe limitations. First, the articles do not show a similar approach in terms of mentioning the legislative aspect or its relationship with public policy for the type of food. Most of the material analyzed is focused on food in general or on health based on the nutritional characteristics of Latin American products. Therefore, the revisions lead to data for which we do not have combined information in all cases, and the trade of functional foods and FOSHU is mixed with foods in general, such as raw materials with no differentiation or added value. Notwithstanding this, encompassing the issue in international law, the qualification of *jus cogens* supports the superimposition of the issue over the legal intricacies behind the internal legislation of each country and their constitutional charters. Production and industry therefore need to obtain a regulation that enables them to share the healthy properties of FOSHU products, facilitating the production and marketing of healthy, functional foods, integrating the adaptation of national legislation into international standards and promoting an increase of have more information on these products among consumers.

Most of the reviews agree that Latin American countries only cover the standardized Global Food Safety regulations and differentiated government policy. Likewise, there is no progress as a trade bloc -Pacific Alliance, MERCOSUR and SICA- in terms of differentiating trade and legislative policies that distinguish them from other producers of functional foods in domestic or foreign markets. There is no

express regulation on the trade of FOSHU food after analyzing the different internal regulations of each country and those established in international conventions. However, the lack of regulation means that the law applicable to the trade of these products is supported and safeguarded by the *jus cogens* of international law. This operates as a subsidiary law in the face of this lack of express regulation, given the double meaning behind the trade of food products, the need for these by the human population and the protection of the commercial rights inherent in the very emergence of international law.

Acknowledgments

Dr. Claudia Verónica Gómez Gómez, appreciates the support in obtaining the Post-Doctorate of the Program in "New Technologies and Law", Mediterranea International Center for Human Rights Research (MICHRR) del l'Università "Mediterranea" di Reggio Calabria, Italy; in collaboration with the Human Rights and Transnationality Research Network and its director, Dr. Angelo Viglianisi Ferraro.

This work was support by project grant number VIPUCT2019PRO-SV-05 funded by Universidad Católica de Temuco Chile.

Conflicts of interest

The authors have no conflicts of interest to disclose.

References

1. Ono M, Ono A. Impacts of the Foshu (Food for Specified Health Uses) System On Food Evaluations in Japan. Yuri Seo, Dr. Angela Gracia B. Cruz, Prof. Kim-Shyan Fam D, Editor. J Consum Mark. 2015; 32(7):542-50. Available from: <https://www.Emerald.Com/Insight/Content/Doi/10.1108/JCM-09-2014-1144/Full/Html>
2. Viscardi S, Marileo L, Barra PJ, Durán P, Inostroza-Blancheteau C. From farm to fork: It could be the case of Lactic Acid Bacteria in the stimulation of folates biofortification in

- food Crops. *Curr Opin Food Sci.* 2020;34:1–8. Available from: <https://Linkinghub.Elsevier.Com/Retrieve/Pii/S2214799320300655>
3. Oliveira A. A Biotecnologia aplicada ao melhoramento genético vegetal: Controvérsias e discussões. *Rev Da Univ Val Do Rio Verde.* 2012 26;10(1):339–61. Available from: <http://Revistas.Unincor.Br/Index.Php/Revistaunincor/Article/View/249>
 4. Silveira JMFJ Da, Borges I De C, Buainain AM. Biotecnologia E Agricultura: da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. *São Paulo Em Perspect.* 2005 Jun;19(2):101–14. Available from: http://www.Scielo.Br/SciELO.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0102-88392005000200009&Lng=Pt&Tlng=Pt
 5. Cencic A, Chingwaru W. The role of functional foods, nutraceuticals, and food supplements in intestinal health. *Nutrients.* 2010;2(6):611–25. Available from: <http://www.Mdpi.Com/2072-6643/2/6/611>
 6. FAO. Agricultura Mundial: Hacia los años 2015/2030". Disponible en <http://www.Fao.Org/Docrep/004/Y3557s/Y3557s09.Htm>
 7. FAO . " *Codex Alimentarius* " .2022. Disponible en: <https://www.Fao.Org/Fao-Who-Codexalimentarius/Es/>.
 8. Ferrante A. El Etiquetado frontal en los alimentos y la iconografía jurídica: Un ejemplo para la comprensión del trasplante jurídico y del nuevo Paradigma Latinoamericano. *Derecho PUCP.* 2021 Nov 25;(87):141–81. Available from: <https://Revistas.Pucp.Edu.Pe/Index.Php/Derechopucp/Article/View/24467>
 9. Trigo EJ, Pray CE, Echeverría RG. Biotecnología agrícola y desarrollo rural En América Latina y el Caribe implicaciones para el financiamiento del BID.
 10. Spanish Biotech Platform "Mercados Biotecnológicos". 2022. Disponible en: <https://Www.Mercadosbiotecnologicos.Com/La-Plataforma>
 11. Anriquez G, Foster W, Melo O, Subercaseaux JP, Valdes A. Serie Estudios Para La Innovación Fia. 2017. 120 P. Available from: <http://Bibliotecadigital.Fia.Cl/Handle/20.500.11944/146106?Show=Full>
 12. Ohama H, Ikeda H, Moriyama H. Health Foods and foods with health claims in Japan. *Toxicology.* 2006 Apr;221(1):95–111. Available from: <https://Linkinghub.Elsevier.Com/Retrieve/Pii/S0300483X06000436>
 13. Cadaval A *et al.* Alimentos Funcionales, Para Una alimentación más saludable. *Senc.* 2005;48. Available from: <http://www.Piaschile.Cl/Wp-Content/Uploads/2015/04/Alimentos-Funcionales-Para-Una-Alimentaciónmas-Saludable.Pdf>
 14. DANONE: "Porqué se recomienda tomar sal yodada en vez de sal común" 2020. Disponible En: <https://www.Danone.Es/Es/Salud/Tendencias/Sal-Yodada.Html>.
 15. YAKULT: " Historia Yakult " 2019. Disponible En <https://Yakult.Es/Yakult-En-Elmundo/Historia/>.
 16. Tulleken C Van. ¿Cuán efectivos son los probióticos?". Disponible en: https://www.Bbc.Com/Mundo/Noticias/2015/01/150108_Probioticos_Eficacia_Finde_Dv.2022.
 17. OMS. Organización Mundial de la Salud. 2019: Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
 18. Durán C R, Valenzuela B A. La Experiencia Japonesa Con Los Alimentos FOSHU: ¿Los Verdaderos Alimentos Funcionales? *Rev Chil Nutr.* 2010 Jun; 37(2): 224–33. Available from: http://Www.Scielo.CiSciELO.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0717-75182010000200012&Lng=En&Nrm=Iso&Tlng=En
 19. Ramón D. Avances En Biotecnología de alimentos. *Arbor.* 2014 Aug 30;190(768): A151. Available from: <http://Dx.Doi.Org/10.3989/Arbor.2014.768n4005>
 20. Saito M. Role of FOSHU (Food For Specified Health Uses) For Healthier Life. *Yakugaku, Zasshi .* 2007 Mar 1;127(3):407–16. Available From: https://www.Jstage.Jst.Go.Jp/Article/Yakushi/127/3/127_3_407/_Article/-Char/Ja/
 21. Europeran Patent Office. 2022. Disponible en: <https://www.epo.org/searching-for-patents/legal/register.html>
 22. Clarke M. Brazil, Second Phase Of The Patent Prosecution Highway. 2022. Disponible en: <https://www.clarkemodet.com/en/news-posts/patent-prosecution-highway-program-in-brazil-reaches-its-limit/>
 23. Shaw R, Golden P, Buckland M. Integrating Collaborative Bibliography and Research. *Proc Am Soc Inf Sci Technol .* 2012;49(1):1–4. Available From: <https://Onlinelibrary.Wiley.Com/Doi/10.1002/Meet.14504901245>
 24. Mazella D, Heidel L, Ke I. Integrating Reading, Information Literacy, And Literary Studies Instruction In A Three- Way Collaboration. *Learn Assist Rev.* 2011;16(2):41–52.
 25. Wong G, Greenhalgh T, Westhorp G, Buckingham J, Pawson R. Ramenesis Publication Standards: Meta-Narrative Reviews. *J Adv Nurs.* 2013 May;69(5):987–1004. Available from: <https://Onlinelibrary.Wiley.Com/Doi/10.1111/Jan.12092>
 26. Weiler AM, Hergesheimer C, Brisbois B, Wittman H, Yassi A, Spiegel JM. Food Sovereignty, Food Security And Health Equity: A Meta-Narrative Mapping Exercise. *Health Policy Plan .* 2015 Oct;30(8):1078–92. Available from: <https://Academic.Oup.Com/Heapol/Article-Lookup/Doi/10.1093/Heapol/Czu109>
 27. Milner JA. Functional Foods: The US Perspective. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(6 Suppl.):1654–9.
 28. Galeano E. Open Veins of Latin America. 1997. Available from: <https://www.supersummary.com/open-veins-of-latin-america/summary/>.
 29. Lajolo FM. Functional Foods: Latin American Perspectives. *Br J Nutr.* 2002 Nov 9;88(S2):S145–50. Available from: <https://www.Cambridge.Org/Core/Product/Identifier/>

S0007114502002246/Type/Journal_Article

30. Urala N, Lähteenmäki L. Attitudes behind consumers' willingness to use functional foods. *Food Qual Prefer*. 2004 Oct;15(7-8):793-803. Available from: <https://Linkinghub.Elsevier.Com/Retrieve/Pii/S0950329304000278>
31. Boisier S. ¿Hay Espacio Para El Desarrollo Local?. *Rev de la CEPAL* 2005;86(16):47-62. Available from <https://www.cepal.org/es/publicaciones/11068-hay-espacio-desarrollo-local-la-globalizacion>
32. Cramer BD. Baker, Andy (2009). The market and the masses in Latin America: Policy reform and consumption in liberalizing economies. *Int J Public Opin Res*. 2010;22(2):279-82.
33. Altieri MA, Toledo VM. The agroecological revolution in Latin America: Rescuing Nature, Ensuring Food Sovereignty And Empowering Peasants. *J Peasant Stud*. 2011;38(3):587-612.
34. Santiago J. Nanotecnología y alimentos funcionales. *Rev Soc Quím Perú*. 2014;80(3):155.
35. Rodgers M, Sowden A, Petticrew M, Arai L, Roberts H, Britten N, et al. Testing methodological guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews: Effectiveness of Interventions to promote smoke alarm ownership and function. *Evaluation*. 2009; 15(1):49-73. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1356389008097871>

Recibido: 31/07/2022
Aceptado: 04/10/2022

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]. 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], 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. 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.

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.

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

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

Elizabeth Dini Golding.
Grupo TAN, Caracas, Venezuela.

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

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

Elba Sangronis.
Universidad Simón Bolívar. 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.

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

Aurelio López Malo. Universidad de las Américas 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 72. N° 3, Julio - Septiembre 2022

Contenido

Páginas

ARTÍCULOS ORIGINALES

Efecto de una intervención nutricional en el consumo de alimentos en escolares de educación básica de Reynosa, Tamaulipas, México <i>Candelaria Ríos-Reyna, Octelina Castillo-Ruíz, Glenda Díaz-Ramírez, Ocairi Almanza-Cruz, Francisco Vázquez-Nava, SanJuana Elizabeth Alemán-Castillo</i>	154
Consumo de alimentos, estado nutricional antropométrico, actividad física y motivaciones de vegetarianismo en adultos venezolanos <i>Ruth Guzmán, Pablo Hernández, Héctor Herrera</i>	163
Diagnóstico y tratamiento de la obesidad en adultos mexicanos: cambios entre 2006 y 2018 <i>Luis Ortiz-Hernández, Elizabeth Tapia Hernández, Diana Pérez-Salgado</i>	174
Physicochemical characterization and consumer preference of rice (<i>Oryza sativa</i>) varieties grown in Costa Rica <i>Carolina Guadamuz-Mayorga, Elba Cubero-Castillo, Alvaro Azofeifa, María Laura Montero, Adriana Araya-Morice</i>	185
Techno-functional properties and antioxidant capacity of the concentrate and protein fractions of <i>Leucaena</i> spp. seeds <i>Beatriz Noyola-Altamirano, Lilia Leticia Méndez-Lagunas, Juan Rodríguez-Ramírez, Sadoth Sandoval-Torres, Laura Victoria Aquino-González, Luis Gerardo Barriada-Bernal</i>	196
ARTÍCULOS DE REVISIÓN	
Catequinas del té verde: efectos antígenotóxicos y genotóxicos. Revisión Sistemática <i>María del Carmen García-Rodríguez, Lourdes Montserrat Hernández-Cortés, Francisco Arenas-Huertero</i>	205
Food Trade for Specific Health Use FOSHU through Patents in LATAM: Relevant Aspects in International Law <i>Claudia Verónica Gómez Gómez, Ismael Gastón Castillo Cortéz, Raúl Soto Villaflores, Sharon Viscardi, Felipe Westermeyer Hernández</i>	218
INFORMACION PARA LOS AUTORES	231