

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

ALAN

A R C H I V O S

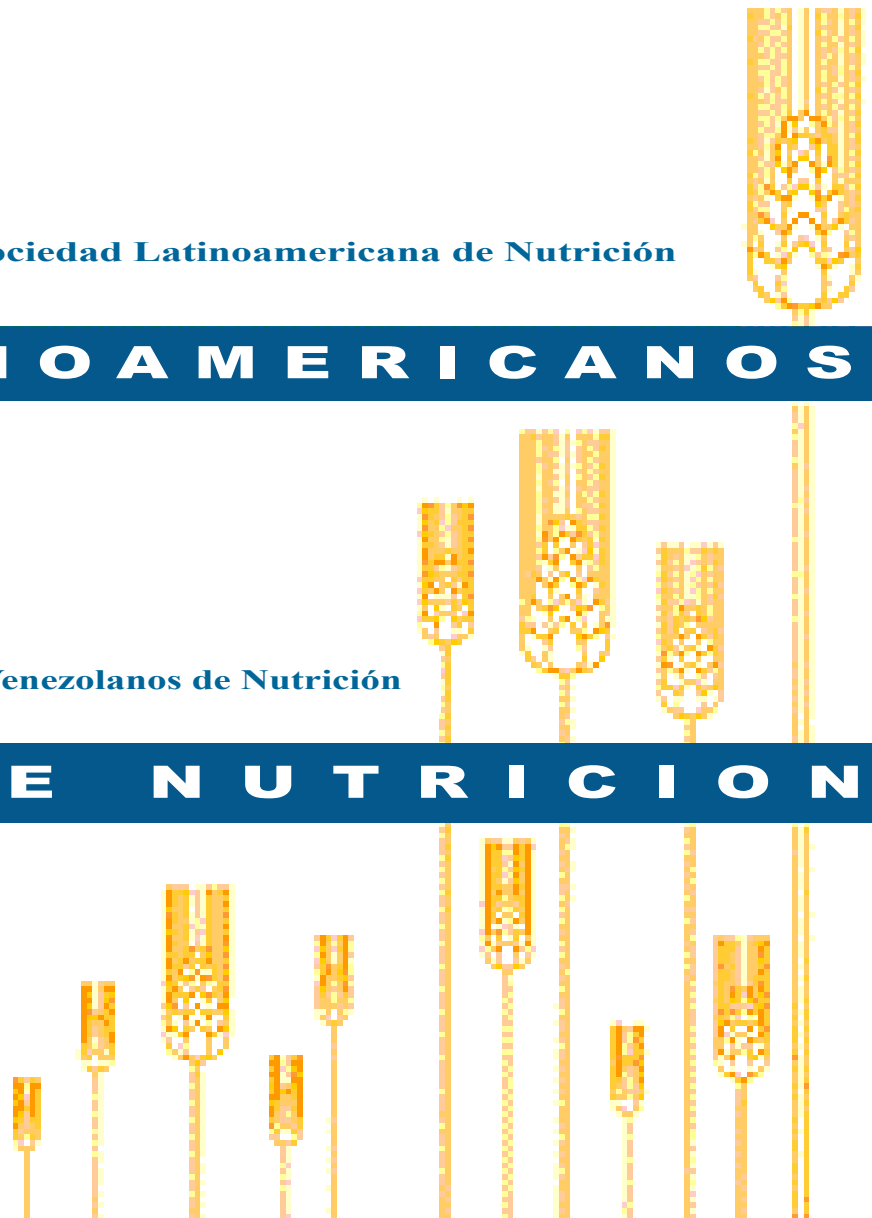
Volumen 73, N°2.
Abril - Junio 2023

Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

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

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



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

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

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

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

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

La Fundación para la Alimentación y Nutrición "José María Bengoa", el Centro de Atención Nutricional Infantil Antímano (CANIA) y el Instituto Nacional de Nutrición colaboran con esta publicación.

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

Correo electrónico: info@alanrevista.org

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 73

ABRIL - JUNIO 2023

Nº 2

Contenido

Páginas

ARTÍCULOS ORIGINALES

- Calidad nutricional e impacto en medio ambiente por los insumos utilizados por un comedor universitario en Uruguay**
Virgilio J. Strasburg, Gabriela Prattes, Brenda Acevedo, Claudia Suárez..... 90
- Aceptabilidad de alimentos según sociodiversidad en comedores escolares de Brasil**
Luciana Dias de Oliveira, Larissa Mont'Alverne Jucá Seabra, Andrea Mónica Solans, Liana Galvão Bacurau Pinheiro, Vanuska Lima da Silva, Vanessa Magnus Hendler, Agnes Gomez Kopper, Eliziane Nicolodi Francescato Ruiz..... 102
- Association between ultraprocessed food consumption and obesity in US adults: an analysis of NHANES 2009-2018**
Stephani F. Mashki, Mariane H. de Oliveira, Débora B. dos S. Pereira, Graciela C. Gregolin, Wolney L. Conde.. 113
- Efficacy of nutrition therapy with food rich in methionine for treating nonalcoholic fatty liver**
Jaime Morales-Romero, María Cristina Ortíz León, Héctor Hernández-Gutiérrez, Roberto A. Bahena-Cerón, Aidé Miranda-Reza, José A. Marin-Carmona, Edit Rodríguez-Romero, Silvia I. Mora-Herrera, Jonathan Garcia-Roman, Julio I. Pérez-Carreón, Eduardo Rivadeneyra-Domínguez, Gabriel Riande-Juárez, Rebeca Garcia-Roman..... 122
- Validation of an instrument to evaluate the satisfaction of the professional practice in pertaining students to the program of Nutrition and Dietary**
Claudia Machuca Barria, Mauricio Cresp Barria, Valentina Espinoza Zambrano, Pedro Delgado Floody, Luis García-Rico..... 135
- #### ARTÍCULOS DE REVISIÓN
- Effects of nutritional profile system and front labeling in food selection during purchases: a systematic review**
Natalia B Bertorello, Federico Minin, Sharon Viscardi, Constanza Rodríguez Junyent..... 144
- Identificación de polimorfismos obesogénicos en mexicanos**
Verónica Alexandra Robayo Zurita..... 154
- INFORMACION PARA LOS AUTORES.....** 169

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 73

APRIL - JUNE 2023

N° 2

Contents

Pages

ORIGINAL ARTICLE

Nutritional quality and environmental impact of the inputs used by a university canteen in Uruguay

Virgilio J. Strasburg, Gabriela Prattes, Brenda Acevedo, Claudia Suárez..... 90

Food acceptability according to sociodiversity in school canteens in Brazil

Luciana Dias de Oliveira, Larissa Mont'Alverne Jucá Seabra, Andrea Mónica Solans, Liana Galvão Bacurau Pinheiro, Vanuska Lima da Silva, Vanessa Magnus Hendler, Agnes Gomez Kopper, Eliziane Nicolodi Francescato Ruiz..... 102

Association between ultraprocessed food consumption and obesity in US adults: an analysis of NHANES 2009-2018

Stephani F. Mashki, Mariane H. de Oliveira, Débora B. dos S. Pereira, Graciela C. Gregolin, Wolney L. Conde..... 113

Efficacy of nutrition therapy with food rich in methionine for treating nonalcoholic fatty liver

Jaime Morales-Romero, María Cristina Ortíz León, Héctor Hernández-Gutiérrez, Roberto A. Bahena-Cerón, Aidé Miranda-Reza, José A. Marin-Carmona, Edith Rodríguez-Romero, Silvia I. Mora-Herrera, Jonathan García-Roman, Julio I. Pérez-Carreón, Eduardo Rivadeneira-Domínguez, Gabriel Riande-Juárez, Rebeca García-Roman..... 122

Validation of an instrument to evaluate the satisfaction of the professional practice in pertaining students to the program of Nutrition and Dietary

Claudia Machuca Barria, Mauricio Cresp Barria, Valentina Espinoza Zambrano, Pedro Delgado Floody, Luis García-Rico..... 135

REVIEW ARTICLE

Effects of nutritional profile system and front labeling in food selection during purchases: a systematic review

Natalia B Bertorello, Federico Minin, Sharon Viscardi, Constanza Rodríguez Junyent..... 144

Identification of obesogenic polymorphisms in Mexicans

Verónica Alexandra Robayo Zurita..... 154

INFORMATION FOR AUTHORS..... 169

Calidad nutricional e impacto en medio ambiente por los insumos de un comedor universitario en Uruguay

Virgilio J. Strasburg¹ , Gabriela Prattes² , Brenda Acevedo² , Claudia Suárez³ .

Resumen: Calidad nutricional e impacto en medio ambiente por los insumos de un comedor universitario en Uruguay. Introducción. El espacio de comedores son una forma de garantizar el acceso a alimentos seguros, saludables y medio ambientalmente responsables para los estudiantes universitarios. **Objetivo.** Este estudio tuvo como objetivo caracterizar los estándares del menú, a partir de la evaluación de la calidad nutricional y del impacto en el medio ambiente por los insumos utilizados para su elaboración por un Comedor Universitario (CU) en Uruguay. **Materiales y métodos.** Se trató de un estudio de caso retrospectivo, relativo al año 2021. Las variables evaluadas fueron a) cantidad total de alimento comprado en kilogramos (kg); b) cantidad en kilocalorías (kcal) e impactos ambientales por: c) generación de residuos; d) huella hídrica (HH); y e) gases de efecto invernadero (GEI). También se realizaron cálculos para evaluar la ecoeficiencia (EE). **Resultados.** El CU sirvió 33.740 comidas en 2021, de las cuales el 87,1% fueron almuerzos. De los 78 tipos de alimentos comprados, 41 de ellos representaron el 93,17% del total en kilogramos. En la calidad nutricional, menos del 10% se clasificaron como alimentos procesados o ultraprocesados. En la evaluación de aspectos nutricionales e impactos ambientales, los alimentos de origen animal representaron el 26,52% del total en kg y el 69,78% de los HH. Un alimento de origen vegetal tuvo el mayor impacto de GEI debido a su origen. En cuanto a la EE, la valoración general mostró un resultado de 0,0626 para los alimentos de origen animal y 0,3838 para los de origen vegetal. **Conclusiones.** Corresponde a los servicios de alimentación para colectividades considerar, en la planificación del menú, además de la calidad nutricional y sanitaria de la oferta alimentaria, los impactos ambientales que estas genera. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 90-101.**

Palabras clave: alimentación colectiva; huella hídrica, gases de efecto invernadero, ecoeficiencia.

Abstract: Nutritional quality and environmental impact by the inputs of a university canteen in Uruguay. Introduction. The canteens are a way to guarantee access to safe, healthy and environmentally responsible food for university students. **Objective.** The purpose of this research was to characterize the menu standards, based on the evaluation of the nutritional quality and the environmental impact of the inputs used for its preparation by a university canteen in Uruguay. **Materials and methods.** This was a retrospective case study, relating to the year 2021. The variables evaluated were a) total amount of food purchased in kilograms (kg); b) quantity in kilocalories (kcal) and environmental impacts due to: c) waste generation; d) water footprint (WF); and e) greenhouse gases (GHG). Calculations were also performed to assess eco-efficiency (EE). **Results.** The university canteen served 33,740 meals in 2021, of which 87.1% were lunches. Of the 78 types of food purchased, 41 of them represented 93.17% of the total in kilograms. In nutritional quality, less than 10% are classified as processed or ultra-processed foods. In the evaluation of nutritional aspects and environmental impacts, foods of animal origin represented 26.52% of the total in kg and 69.78% of WF. A vegetal based food had the highest GHG impact due to its origin. Regarding the EE calculations, the general assessment showed a result of 0.626 for foods of animal origin and 0.3838 for those of vegetable origin. **Conclusions.** It corresponds to the food services for communities to consider, in the planning of the menu, in addition to the nutritional and sanitary quality of the food offer, the environmental impacts that it generates. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 90-101.**

Keywords: collective feeding; water footprint, greenhouse gases, eco-efficiency.

Introducción

El acceso de alimentación esta descrito como una garantía en la Declaración Universal de los Derechos Humanos. Para las colectividades en general, una de las formas de garantizar este beneficio es ofreciendo menús de los más diversos tipos. Esto aplica, entre otros, a empresas,

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Faculdade de Medicina, Departamento de Nutrição; Porto Alegre - Brasil. Doctor em Calidad Ambiental. Posdoctorado em Ciencia de los Alimentos - Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (Udelar). ²Servicio Central de Inclusión y Bienestar Universitario. Universidad de la República (Udelar); Uruguay. ³Universidad de la República (Udelar); Escuela de Nutrición; Uruguay.
Autor para la correspondencia: Virgilio J. Strasburg, e-mail: virgilio_nut@ufrgs.br



hospitales y también escuelas y universidades (1). Este abastecimiento de comidas debe garantizar a los usuarios beneficiados calidad nutricional y seguridad desde el punto de vista higiénico-sanitario (2).

En relación con la alimentación en su conjunto, el patrón dietético actual tiene repercusiones negativas tanto en la salud humana como en el medio ambiente. El grado de procesamiento de los alimentos, es también, un factor de evaluación para la calidad nutricional. La transición alimentaria mundial se caracteriza por la sustitución de las dietas tradicionales por dietas ricas en grasas, carnes, aceites y azúcares refinados, si esta tendencia no se mitiga, en 2050 podría convertirse en uno de los principales factores para un aumento del 80% de los gases de efecto invernadero (GEI) en la producción de alimentos (3).

La emisión de los GEI es responsable directamente por el cambio climático en el planeta y detrás como consecuencias impactos directos en el medio ambiente y para las poblaciones general, como aumento de la temperatura, alteración en patrones de precipitaciones, disminución de recursos hídricos, descongelamiento de los glaciares, amplificación de enfermedades transmitidas por vectores, entre otros (4). En una investigación con estudiantes universitarios, el 88% de ellos señalaron las acciones humanas como responsables del cambio climático, pero no relacionaron este fenómeno con la producción de alimentos (5).

Para la producción de menús, en el contexto de colectividad, inciden muchos aspectos, como la instalación física, los equipos, el personal y, especialmente la adquisición de alimentos y la generación de residuos – con el consecuente impacto al medio ambiente (6, 7). Tenemos también otros impactos en medio ambiente que están relacionados con la producción de alimentos que son verificadas por medio de análisis de las huellas: hídrica (HH), de carbono (HC), ecológica (HE) y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las cuales se evalúan mediante el uso de indicadores ambientales. La ecoeficiencia

(EE) es una de las herramientas utilizadas para evaluar la relación entre los aspectos (valor) de los productos o servicios en relación con los impactos ambientales de un proceso (8).

Desde 2020, el mundo se encuentra azotado por la pandemia Sars-COVID-19, que ha afectado en mayor o menor medida a todos los países. Además del impacto en la salud de la población en general, la pandemia también trajo agravamiento de los temas de vulnerabilidad social y de la inseguridad alimentaria lo que se asocia con un deterioro de la salud y del bienestar general (9). Raifman *et al.* (10). informan que la inseguridad alimentaria en los hogares estadounidenses se ha más que duplicado durante la pandemia de COVID-19. En este sentido, las políticas públicas son una forma de brindar asistencia a las personas más vulnerables (11).

Uruguay es un país de América Latina ubicado en el extremo sur del continente y un exportador de alimentos, especialmente productos de origen animal. Tiene una población estimada de aproximadamente 3,5 millones de personas, de las cuales casi el 50% vive en la ciudad de Montevideo (12). El país cuenta con una universidad pública nacional, la Universidad de la República (Udelar), que cuenta con otros campus en más de cinco centros regionales (13).

La Udelar ofrece un servicio de apoyo social que es denominado de Servicio Central de Inclusión y Bienestar (SCIB) con el propósito de contribuir a la calidad de vida de estudiantes y trabajadores de la Udelar. Entre los diversos programas del SCIB, se destaca el Programa de Alimentación que tiene como principal objetivo “proporcionar a la población estudiantil una alimentación sana, completa y equilibrada con la asistencia del Área de Alimentación en todos los establecimientos donde se presten servicios”. Los comedores universitarios funcionan desde la década de 60 y ofrecen almuerzos y cenas diariamente a los estudiantes beneficiarios de la Beca de Alimentación (14).

Considerando que la oferta de alimentación para los estudiantes universitarios, tiene, además del efecto social, otros aspectos e impactos, este estudio tiene como objetivo evaluar la calidad nutricional cuanto, al grado de procesamiento, y los impactos en el medio ambiente de los alimentos utilizados para la producción de comidas en un Comedor Universitario de Uruguay durante 2021.

Materiales y métodos

Características del sitio de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Comedor Universitario N° 2 (CU2) de la Udelar en la ciudad de Montevideo – Uruguay. De los dos CU disponibles en la ciudad de Montevideo, el número 1 no se encuentra operativo al momento del estudio debido a tareas de mantenimiento. De esta forma, el Número 2 era el único en actividad para el servicio. Durante el período de pandemia, el CU2 se mantuvo cerrado de acuerdo a las disposiciones de la Udelar por la emergencia sanitaria del país de, hasta que la situación epidemiológica nacional permitió la planificación de pautas sanitarias para el retorno a la presencialidad (aforo, higiene-desinfección de áreas, uso de tapabocas etc).

Uso de datos

Consiste en estudio de caso retrospectivo para el año 2021, con enfoque cuantitativo y utilizando datos secundarios (15). Para esta investigación se consideró la suma total de la cantidad de alimentos comprados, verificada en los registros mensuales de banco de datos en Excel proporcionado por la administración del CU2. La recolección de datos fue realizada por el autor principal entre septiembre y octubre de 2022. Todos los grupos de alimentos incluidos en el menú fueron tenidos en cuenta en la recolección de datos: productos de origen animal (carne y derivados, huevos y lácteos); cereales; legumbres; verduras; frutas e ingredientes de uso general para cocinar, como aceite, azúcar y salsa de tomate. Los condimentos no fueron considerados en la recopilación de datos.

Tabla 1. Caracterización de la selección de insumos según el grupo de alimentos. Montevideo (UY), 2021.

Grupo de Alimentos	Origen	N° ítems general	N° ítems Curva AB
Carnes, derivados y huevos	A	10	8
Productos lácteos	A	5	4
Ingredientes culinarios	V	6	4
Cereales y derivados	V	10	5
Legumbres	V	1	0
Frutas	V	15	9
Verduras	V	31	11
Total		78	41

Origen: A= animal; V= vegetal

Variables investigadas y criterios de inclusión

En cuanto a las materias primas utilizadas, se verificó la cantidad total de cada alimento adquirido en valores absolutos en kilogramos (kg). En cuanto a la selección de los ítems investigados para los cálculos de este estudio, se consideró el criterio de la curva ABC. Así, los artículos alimentarios se agruparon hasta alcanzar más del 90% de la cantidad comprada en 2021, siguiendo el modelo propuesto por Strasburg y Jahno (16). Luego de identificar y cuantificar los alimentos, se distribuyeron en grupos de acuerdo a su origen y caracterización. En la Tabla 1 se presentan estas informaciones.

A continuación, fueron analizadas las siguientes variables:

- Valor calórico (kcal). Se obtuvo del etiquetado de los productos industrializados disponibles en el stock del CU2. Para los productos naturales, se consideró como referencia la Tabla Brasileña de Composición de Alimentos TACO (17).
- Calidad nutricional. Se utilizó el grado de elaboración de los alimentos clasificados según la Guía Alimentaria de la Población Uruguaya en las modalidades de natural o mínimamente procesado, procesado y ultraprocesado (18).
- Residuos del Índice de Partes Comestibles (RIPC) de los alimentos. Para realizar estos cálculos se utilizó información del sitio web *Menú Control* (19), considerando el porcentaje de aprovechamiento (parte comestible) de cada alimento. Se calculó la generación de residuos de frutas y verduras in natura y también de cortes de carne. Los resultados se expresaron en kg.
- Huella hídrica (HH). La HH es una herramienta para cuantificar (en litros) el agua dulce consumida directa e indirectamente en la producción de un determinado producto (20). Para el cálculo de la HH de los alimentos se utilizaron datos de los estudios

de Mekonnen y Hoekstra (21) para productos de origen animal, de Pahlow et al (22) para pescado, y de Mekonnen y Hoekstra (23). para alimentos de origen vegetal.

- e) Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para realizar este cálculo, primero se verificó la distancia en kilómetros (km) desde el lugar de producción del insumo hasta la ciudad de Montevideo. Los valores de kilómetro (km) entre las ciudades de origen y destino de los productos fueron calculados a través del sitio web “Distancia entre ciudades” (24), teniendo en cuenta la distancia más corta, por carretera, entre dos puntos, o, en el caso de productos de otros continentes, la distancia en línea recta. Las emisiones de seis GEI se contabilizan en equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e) (25). Para ello se utilizó como parámetro los datos presentados en la tabla del Informe “GEI: conversion factors 2020 – Full set” (26). En cuanto al tipo de vehículo utilizado, se tomó como referencia el modelo de camión con motor diésel, el cual emite 0,53912 kgCO₂e por km recorrido.

Ecoeficiencia (EE)

La EE aboga por el uso más eficiente de materiales y energía, combinando el desempeño económico y ambiental, reduciendo los impactos ambientales, utilizando materias primas y energía de manera más racional y mejorando la relación de la organización con las partes interesadas (27). El concepto de EE se puede aplicar también en el segmento de producción de comidas (16).

En el contexto de la ecoeficiencia, el siguiente cálculo se utiliza como parámetro (WCBSD, 2000):

$$EE = \frac{\text{valor del producto o servicio}}{\text{Influencia ambiental}}$$

Debido a que este estudio se centró en aspectos nutricionales, se consideró que

el valor del producto o servicio era a) la cantidad total de alimentos comprados en kilogramos (kg); y b) cantidad en kilocalorías (kcal) de éstos. Como influencia ambiental se consideraron los impactos ambientales para: c) RIPC; d) huella hídrica; y e) gases de efecto invernadero.

Los cálculos se realizaron para cada uno de los grupos de alimentos considerando la relación entre las siguientes variables:

$$EE 1 = \text{kg} / \text{HH};$$

$$EE 2 = \text{kcal} / \text{HH};$$

$$EE 3 = \text{kg} / \text{GEI};$$

$$EE 4 = \text{kcal} / \text{GEI}.$$

Finalmente, se desarrolló una ecuación consolidada considerando los dos ítems de aspectos nutricionales frente a los tres ítems de impactos ambientales:

$$EE \text{ xyz} = (\text{kcal} / \text{kg}) / (\text{RIPC} + \text{HH}) * \text{GEI}$$

La multiplicación de impactos por el GEI se debe a que en este efecto la quema de combustibles fósiles será constante, independientemente de la cantidad de alimentos a utilizar. Los resultados de los datos encontrados se expresaron en frecuencias absolutas, relativas y porcentajes, utilizando el software Microsoft Excel© 2010.

Cuestiones éticas

No hubo ningún tipo de intervención directa con seres humanos, renunciando así al uso del Término de Consentimiento Libre e Informado. El proyecto es parte de la investigación posdoctoral del autor principal de este estudio y que tiene como título: “Evaluación de ecoeficiencia en el suministro de comidas en el contexto de Udelar”. El mismo fue aprobado por el comité de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.

Limitaciones del estudio

Como limitaciones de este estudio se pueden mencionar las bases de datos para HH, HC, RIPC y kcal. Esto se debe a que los valores utilizados son referenciales en la literatura y corresponden a un período determinado y productos que reciben interferencias como características regionales específicas, además del tipo de suelo y clima (28). Otra limitación se refiere a la confiabilidad de la

información del etiquetado de los alimentos con respecto al verdadero lugar de origen del alimento. Dado que es imposible rastrear todas las materias primas, la industria consideró el lugar de llenado como la información para los cálculos. Los datos de “cantidad de alimentos comprados” se basó en un cálculo teórico de pliegos sin considerar la oferta real de alimentos brindada a la comunidad estudiantil dado que CU2 tiene períodos de abastecimiento cortos. Debido al limitado número de casos, no fue posible aplicar pruebas estadísticas.

Resultados

Cantidad de menús

Con la situación de la pandemia, se regresó al servicio de almuerzo en el último trimestre de 2020 y de merienda a partir de septiembre de 2021. Los datos sobre asistencias en el año 2021 se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización del servicio en el Comedor Universitario N° 2.

Menús	Cantidad	N° de días	Promedio	%
Almuerzo	29398	216	135,05	87,1
Merienda	4342	77	55,55	12,9
Total general	33740		190,6	100

Tabla 3. Grado de procesamiento de alimentos utilizados por Comedor Universitario N° 2. Montevideo, 2021.

Grupo de Alimentos	Curva AB	N-MP*	P*	UP*
Carnes, derivados y huevos	8	7	0	1
Productos lácteos	4	4	0	0
Ingredientes culinarios	4	3	0	1
Cereales y derivados	5	3	2	0
Frutas	9	9	0	0
Verduras	11	11	0	0
Total	41	37	2	2

*Grado de procesamiento de los alimentos: N-MP= natural o mínimamente procesado; P= procesado; UP= ultraprocesado

Patrón de menús y calidad nutricional

El patrón general de composición del menú de almuerzo (y cena) definido por el CU2 es sopa, ensalada, plato principal, guarnición, 2 unidades pequeñas de pan y postre (que varía entre 2 frutas y/o 1 fruta y 1 preparación como del tipo cremas flan, arroz con leche o repostería casera tipo tortas o pasteles). En el período comprendido entre la segunda quincena de noviembre y la primera quincena de marzo, la sopa se reemplaza por otra preparación (bocadillo).

Para la merienda reforzada, ofrecida a partir de septiembre, el patrón fue el siguiente: agua saborizada, bocadillo (salado o dulce), tarta salada (vegetales), pan francés, frutas estacionales, queso danbo, jugo de fruta natural, yogurt frutado y café.

En el período investigado se utilizaron 78 tipos diferentes de alimentos (como se muestra en la Tabla 1 de la sección de Materiales y métodos), totalizando 42.072,49 kg. Los artículos clasificados por la curva AB representaron el 93,17% de este total (39.199,39 kg), con 12 artículos de origen animal y 29 artículos de origen vegetal. Teniendo en cuenta el menú estándar y los ítems utilizados, se evaluó el grado de procesamiento de los alimentos, como se muestra en la Tabla 3.

Aspectos nutricionales e impactos ambientales

Los insumos utilizados se agruparon en dos modalidades según su origen: animal y vegetal, como se muestra en la Tabla 1. El único alimento que no estuvo representado en la curva AB fue la leguminosa (lenteja). Las Tablas 4 y 5 presentan los valores consolidados y en porcentajes para las variables de aspectos e impactos de cada uno de los grupos de alimentos utilizados.

De la información de las Tablas 4 y 5, cabe destacar, que los alimentos de origen animal representaron cuantitativamente algo más de ¼ de la cantidad total comprada en kg. Cifras similares presentaron el valor calórico y la emisión de GEI. En cuanto a los impactos, los alimentos de origen animal tuvieron un

Tabla 4. Aspectos e impactos ambientales de los grupos de alimentos en Comedor Universitario N°2. Montevideo. 2021.

Grupo de Alimentos	Cantidad kg	kcal total	RIPC kg	HH litros (L)	GEI kgCO2e
Carnes, derivados y huevos	7059,03	10031245,28	844,32	60832382,00	2961,386
Productos lácteos	3337,07	3361921,333	0	5977574,2	285,734
Origen Animal	10396,10	13393166,62	844,32	66809956,20	3247,120
Ingredientes culinarios	1767,99	9996566,23	0	8218745,45	335,872
Cereales y derivados	5558,5	15881030,91	0	10645886,50	79,251
Frutas	10861,9	3436703,15	3376,30	7100211,2	3294,023
Verduras	10216,9	2831372,88	1852,88	2874800,80	53,912
Verdura procesada	398	497500	0	94326,00	6011,188
Origen Vegetal	28803,29	32643173,17	5229,18	28933969,95	9774,246
Total General	39199,39	46036339,79	6073,50	95743926,15	13021,37

menor porcentaje de residuos, sin embargo, representaron casi el 70% en relación a la huella hídrica, a pesar de la menor cantidad en kg. Al evaluar la emisión de GEI, se destaca, en materia de carnes, que el CU2 utilizó dos cortes vacunos y uno de cerdo. El corte de cerdo y uno vacuno provenían de Brasil. En cuanto a GEI en productos de origen vegetal, merece subrayar el origen de la banana (Ecuador) y de la espinaca congelada

(Bélgica). En el caso que no se comprara espinaca procesada en Bélgica, habría una reducción del 61,38 % en las emisiones de GEI para el grupo de alimentos vegetales. Debido a esta particularidad, se agregó una línea específica para este ítem en las Tablas 4 y 5.

Ecoeficiencia

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de EE, valorando las relaciones entre los

Tabla 5. Aspectos e impactos ambientales en porcentajes del Comedor Universitario N°2. Montevideo. 2021

Grupo de Alimentos	Ctde. %	kcal %	RIPC %	HH %	GEI %
Carnes, derivados y huevos	18,01	21,79	13,90	63,54	22,74
Productos lácteos	8,51	7,30	0,00	6,24	2,19
Origen Animal	26,52	29,09	13,90	69,78	24,94
Ingredientes culinarios	4,51	21,71	0,00	8,58	2,58
Cereales y derivados	14,18	34,50	0,00	11,12	0,61
Frutas	27,71	7,47	55,59	7,42	25,30
Verduras	26,06	6,15	30,51	3,00	0,41
Verdura procesada	1,02	1,08	0,00	0,10	46,16
Origen Vegetal	73,48	70,91	86,10	30,22	75,06
Total	100	100	100	100	100

Tabla 6. Ecoeficiencia de los grupos de alimentos utilizados en el Comedor Universitario N°2. Montevideo. 2021.

Grupo de Alimentos	EE 1	EE 2	EE 3	EE 4
	kg /HH	kcal / HH	kg / GEI	kcal / GEI
Carnes, derivados y huevos	0,283	0,343	0,792	0,958
Productos lácteos	1,364	1,170	3,880	3,328
Origen Animal	0,380	0,417	1,064	1,167
Ingredientes culinarios	0,525	2,530	1,749	8,418
Cereales y derivados	1,275	3,102	23,299	56,680
Frutas	3,737	1,007	1,095	0,295
Verduras	8,680	2,048	62,952	14,855
Verdura procesada	10,306	10,969	0,022	0,023
Origen Vegetal	2,431	2,346	0,979	0,945

Tabla 7. Ecoeficiencia consolidada de los aspectos e impactos ambientales de los grupos de alimentos utilizados en un Comedor Universitario N°2. Montevideo. 2021.

Grupo de Alimentos	EE= $\frac{\text{aspectos}}{\text{impactos}}$
Carnes, derivados y huevos	0,0692
Productos lácteos	0,0482
Origen Animal	0,0626
Ingredientes culinarios	0,2311
Cereales y derivados	0,0213
Frutas	0,1467
Verduras	0,0052
Verdura procesada	79,6597
Origen Vegetal	0,3828
Total General	0,4454

$$EE\ xyz = (kcal / kg) / (RIPC + HH)*GEI$$

aspectos (kg y Kcal) e impactos ambientales según los grupos de alimentos.

De la evaluación del desempeño entre los aspectos evaluados (kg y kcal) en relación con los impactos ambientales (HH y GEI) se pueden destacar los peores valores del grupo cárnico en relación a HH y de vegetales procesados en cuanto a la evaluación de emisiones GEI. Los resultados del cálculo para EE 1 y 2 mostraron un mejor desempeño para alimentos de origen vegetal. Sin embargo, para los cálculos de EE 3 y 4, a pesar del mejor desempeño de los productos de origen animal, los valores resultaron muy cercanos a los obtenidos para los alimentos de origen vegetal (Tabla 6).

La evaluación consolidada, presentada en la Tabla 7, evidencia una mejor relación de desempeño entre las variables de los productos de origen vegetal en relación con los impactos ambientales, en una proporción bastante similar a los cálculos EE1 y EE2 de la Tabla 6.

Discusión

Cantidad de menús

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 2, la gran diferencia porcentual entre

los tipos de alimentos se debe especialmente al período de tiempo que se ofreció cada modalidad: 11 meses se aportó almuerzo y 4 meses se brindó merienda. En un estudio en un comedor universitario en Brasil, los autores identificaron que la prestación de los servicios ocurría durante todo el año, pero con reducción del número de visitas durante los meses de vacaciones escolares (enero y febrero) (29). En el caso de este estudio, la diferencia porcentual entre el número de servicios estuvo directamente relacionada con el período de pandemia y las restricciones sanitarias impuestas en el país.

Patrón de menús y calidad nutricional

Cabe mencionar que, a pesar de que se ofrecen diferentes opciones por tipos de alimentos y preparaciones, siendo el menú del día un menú único que recibe ajustes en caso de usuarios con patologías cuyo tratamiento se vincule con la alimentación. Los patrones alimentarios presentan particularidades según los hábitos tradicionales de cada país. Así, la estructura del almuerzo en el CU de Uruguay difiere mucho del estándar ofrecido en los restaurantes de las universidades federales brasileñas. No obstante, en ambos casos, el tipo de servicio es tipo semiautoservicio. En Brasil, la estructura estándar del menú generalmente consiste en uno o dos tipos de ensalada, arroz, una legumbre (generalmente frijoles), un tipo de carne, una guarnición y un postre que puede ser fruta o algún tipo de dulce industrializado (29, 30). Por su parte, el menú de merienda, que se elaboró para un período determinado, a consecuencia de las medidas de confinamiento definidas por la pandemia por COVID-19 y como una alternativa para garantizar la continuidad al servicio, se asemeja más al patrón de la Universidad de Castilla-La Mancha presentado en el estudio de Delicado-Soria *et al.* (31).

Sobre el criterio de utilizar la curva AB, Strasburg *et al.* (32) identificaron en su estudio en un hospital brasileño que 49 artículos representaban el 86% del total en kg. En esta pesquisa, los 41 alimentos comprados (52,6% del total de artículos) y clasificados en la curva AB representaron el 94,2% de la cantidad total en kg.

En cuanto a los datos del grado de procesamiento de los alimentos empleados para la preparación del menú, presentados en la Tabla 3, se identificó que de los 41 ítems evaluados por la Curva AB, solo 4 (menos del 10%) fueron clasificados como procesados o ultraprocesados. Un estudio desarrollado por Nogueira *et al.* (33) en restaurantes de una universidad en el noroeste de Brasil, mostró que el 31,1% de los alimentos utilizados para preparar el menú eran procesados o ultraprocesados.

Considerando la actividad de un comedor, el espacio del CU2 cumple con las dos primeras y las dos últimas recomendaciones de la Guía Alimentaria para la Población Uruguaya (18), a saber: 1) “Disfruta de la comida: come despacio y, cuando puedas, hácelo en compañía”; e 2) “Basá tu alimentación en alimentos naturales y evitá el consumo de productos ultraprocesados en el día a día, con excesiva cantidad de grasas, azúcar y sal”; 8) “elige aceite para tus preparaciones en lugar de otras grasas” y 9) “incluye pescado una vez por semana”.

Aspectos nutricionales e impactos ambientales

En relación a los datos presentados en las tablas 4 y 5, patrones similares de distribución entre grupos de alimentos de origen animal y vegetal encontrados en el CU2 aparecen en los estudios de Strasburg & Jahno (16), Hatjiathanassiadou *et al.* (30), y Strasburg *et al.* (32). O sea, mismo con un patrón diferente en el patrón de los menús, la distribución de alimentos de origen animal y vegetal es similar entre los comedores de los dos países.

En cuanto a los residuos relacionados con las partes no utilizables de los alimentos, los clasificados como frutas y verduras representaron el 86,1% del volumen total de residuos generados en esta investigación. Estos valores se deben a que CU2 compra alimentos naturales y realiza los pasos de limpiar y pelar los vegetales. En un estudio que evaluó el impacto de la adquisición de vegetales mínimamente procesados por parte de un hospital, se identificó que sería necesario adquirir un 25,6% más de materia prima debido a la generación de residuos de partes no comestibles de los vegetales (34). En otra investigación desarrollada en un comedor universitario de Perú se identificó que el 83,58% de los residuos generados en la etapa de consumo de comidas fue clasificado como orgánico. En este caso, los residuos de alimentos vegetales, como arroz, verduras y frutas fueron los más abundantes (35). El descarte de alimentos implica el uso ineficiente de un volumen considerable de horas

de trabajo y de recursos como el agua, la energía y productos desinfectantes, teniendo en cuenta la cantidad de menús que se producen diariamente en los servicios de alimentación colectiva.

En cuanto al impacto ambiental de la huella hídrica en este estudio, los alimentos de origen animal representaron el 26% del total en kg pero el 69,8% de los HH. El consumo de carnes es importante para la alimentación humana, pero el CU2 podría disminuir la frecuencia o aún el tamaño de la porción, especialmente de las carnes rojas, para bajar los impactos de HH en medio ambiente. Un estudio que evaluó la huella hídrica de los menús de un restaurante universitario de Brasil, encontró que los productos de origen vegetal utilizados representaban el 65,5% del total de la materia prima adquirida, pero aportaban solo el 22,1% del HH del menú (36). En la evaluación de los insumos utilizados en los menús de los trabajadores de un hospital, Strasburg *et al.* (32) encontraron que los productos de origen animal fueron responsables del 64,2% del total de la HH. Por su parte, Hatjiathanassiadou *et al.* (30) hallaron un valor per cápita promedio de 2.752,4 L/día en el menú tradicional de un restaurante universitario, y para la opción de menú vegetariano, en el mismo lugar, el valor correspondió a 1.113,9 L/día. Así, se cree, que es posible en CU2 de Udelar hacer lo ofrecimiento de un patrón de menú similar.

El origen de los alimentos utilizados para preparar las comidas también genera impacto a través de la quema de combustibles fósiles. Los resultados de este estudio demostraron que cuanto mayor es la distancia por recorrer de un alimento, desde su lugar de origen hasta su destino, mayor será la emisión de GEI (ej. verdura procesada; Tabla 5). De los 95 ítems utilizados por un comedor universitario en Brasil (30) solo uno (1.06%) era de procedencia internacional, mientras que el 49.47% eran del estado donde se ubicaba el servicio de alimentación. La compra de productos locales reduce las distancias, lo que se traduce en menos emisiones de GEI, además de ofrecer oportunidades para mejorar las condiciones de vida de los productores locales, fortaleciendo la economía regional y la diversidad de alimentos producidos (33).

En cuanto a los impactos ambientales en general, en el estudio de Bengtsson, *et al.* (37) se describe que la cantidad de consumo de productos animales está directamente relacionada con los impactos del uso del suelo, la pérdida de biodiversidad, el uso del agua, la huella de carbono, la demanda de energía

y las emisiones de GEI. En la investigación de González-García *et al.* (38) los autores demostraron que, especialmente el uso de carne de res en los menús equivalía a mayores demandas de agua y emisiones de GEI. Por lo tanto, los autores sugieren reemplazarlo con otras fuentes de proteínas, como las aves de corral. En una perspectiva más amplia, Speck *et al.* (39) señalan que las dietas bajas en carne tienen un menor impacto ambiental ya que las basadas en plantas tienen una reducción potencial en el impacto ecológico del 20/30% en comparación con las dietas omnívoras. Un estudio realizado en España mostró que los alimentos producidos orgánicamente, los cambios en los patrones dietéticos (menos proteína animal), el consumo estacional pueden mitigar el impacto del clima en el suministro de alimentos en los comedores escolares (40). Por su parte, Ritchie y Roser (41) destacan que, en términos cuantitativos, se estima que la agricultura y la ganadería son responsables del consumo del 70 % del total de agua dulce del mundo y que la producción de alimentos representa el 26 % de los GEI globales.

Ecoeficiencia

En el contexto de la alimentación colectiva, el primer estudio relacionado con este tema registró el desempeño de los cálculos de EE para la cantidad de materias primas alimentarias, productos desinfectantes y desechables en cinco restaurantes de una universidad brasileña (16). Volanti *et al.* al. (42) destacan en su estudio con menús escolares, la importancia de realizar la evaluación de impactos ambientales con el valor energético de las comidas ofrecidas. De manera similar a la propuesta de EE, un enfoque de análisis del ciclo de vida identificó un menor impacto en el medio ambiente de las dietas vegetarianas en comparación con las ricas en proteínas animales (43).

Otro análisis similar, llevado a cabo en Portugal, evaluó los impactos ambientales, económicos y nutricionales de los residuos alimentarios de un restaurante universitario. La carne representó el 42,2% de los residuos, habiendo contribuido negativamente al resultado de la huella ecológica (44). En

el contexto de la provisión de comidas en las escuelas públicas de la capital de Brasil, y con el objetivo de evaluar los impactos económicos, ambientales y sociales del desperdicio de alimentos, Lins *et al.* (45) propusieron una fórmula para calcular la “Eco-Ineficiencia” (Ely).

También se han aplicado estudios de EE a la alimentación hospitalaria. Se han recabado datos que permiten evaluar la emisión de GEI en dietas enterales y comidas complementarias (46); y en los alimentos utilizados para el desayuno en un sector de la pediatría (47). A su vez en relación con el tema del uso alimentario, Cáceres *et al.* (48) aplicaron EE a los residuos domésticos de alimentos en Santiago de Chile.

Conclusiones

En este estudio se presentaron datos sobre la calidad nutricional cuanto al grado de procesamiento y evaluación de los impactos ambientales de los alimentos utilizados en un comedor universitario. El CU tiene su rol esencial al garantizar el acceso a la alimentación de calidad de estudiantes que presentan vulnerabilidades socio económicas, para iniciar o mantenerse en el sistema universitario. Además, cabe destacar la capacidad del servicio de alimentación para adaptarse al contexto sanitario generado a partir de la pandemia de COVID-19 y servir a los usuarios comidas nutritivas sin poner en riesgo su salud.

En cuanto a los alimentos utilizados, se identificó el uso predominante de alimentos naturales, con el fin de ofrecer una dieta de mejor calidad nutricional. A partir de la evaluación comparativa entre el aporte energético de los alimentos y sus impactos en medio ambiente, se demostró que debido a la frecuencia con la que se ofrecieron las carnes rojas en el menú y esto tuvo un efecto negativo en los valores de HH. En cuanto a la emisión de GEI, los valores que más impactaron están directamente relacionados con el origen de los alimentos, tanto animal como vegetal. Con la globalización, el acceso

y la adquisición de productos ya no se restringen a los productos locales. Esto se confirmó cuando se aplicaron los cálculos de ecoeficiencia entre las variables.

Se sugiere que estudios de esta naturaleza puedan continuarse en el CU, dado que el impacto en medio ambiente por parte de los alimentos del menú fue determinado en una situación particular, marcada por el cambio en la oferta alimentaria a consecuencia de las medidas adoptada por la pandemia por COVID-19.

Los usuarios del comedor podrían exigir de los responsables por gestionar los servicios de alimentación colectiva, al momento de planificar los menús, considerar, además de los requerimientos nutricionales de la población atendida también el impacto en medio ambiente por los alimentos que se utilizarán.

Con el fin de promover un servicio de alimentación sostenible, la determinación de la HH, de la emisión de los GEI y de la EE, deberían incorporarse a los indicadores de calidad y aplicarse periódicamente para monitorear los efectos de que estos servicios provocan en el medio ambiente y así poder actuar en consecuencia.

Agradecimientos

Se agradece a las autoridades de la Universidad de la República (Udelar) y al Servicio Central de Inclusión y Bienestar y particularmente al Área de Alimentación por su apoyo para la realización del estudio.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias






1. Edwards JSA. The foodservice industry: Eating out is more than just a meal. *Food Qual. Prefer.* 2013; 27(2): 223-229 <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.02.003>
2. Abreu ES, Spinelli MGN. A unidade de alimentação e nutrição. In: Abreu ES, Spinelli MGN, Pinto AMS. *Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer.* (5a ed.), São Paulo, Metha. 2016.
3. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S *et al.* The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: The Lancet Commission Report. *Lancet J* 2019; 393: 791–

846. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32822-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8)
4. Galindo L, Samaniego J, Alatorre J, Ferrer J, Reyes, O. Cambio climático, agricultura y pobreza en América Latina, una aproximación empírica. En estudios del cambio climático en América Latina. CEPAL. 2014. <http://www.cepal.org/es/publicaciones/37045-cambio-climatico-agricultura-y-pobreza-enamerica-latina-una-aproximacion>
 5. Rodríguez Pacheco FL, Mejía Rodríguez DL, Sánchez Buitrago JO. Conocimientos y percepciones sobre el cambio climático en estudiantes universitarios. *Divers. Perspect. Psicol.* 18(1). <https://doi.org/10.15332/22563067.6305>
 6. Harmon AH, Gerald BL. Position of the American Dietetic Association: food and nutrition professionals can implement practices to conserve natural resources and support ecological sustainability. *J Am Diet Assoc.* 2007; 107(6): 1033–43. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2007.04.018>. PMID: 17571455.
 7. Strasburg VJ, Jahno VD. Paradigmas das práticas de gestão ambiental no segmento de produção de refeições no Brasil. *Eng Sanit Ambient.* 2017; 22(1): 3–12. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017155538>
 8. Carvalho H, Govindan K, Azevedo SG, Cruz-Machado V. Modelling green and lean supply chains: an Eco-Efficiency perspective. *Resour Conserv Recycl* 2017, 120: 75–87. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.025>
 9. Gundersen C, Ziliak JP. Food insecurity and health outcomes. *Health Affairs.* 2015; 34 (11):1830–1839. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2015.0645>
 10. Raifman J, Bor J, Venkataramani A. Unemployment insurance and food insecurity among people who lost employment in the wake of COVID-19. *medRxiv.* 2020; 30:2020.07.28.20163618. <https://doi.org/10.1101/2020.07.28.20163618>
 11. Mathers, J. Nutrition and COVID-19. *British Journal of Nutrition.* 2022; 127(10):1441-1442. <https://doi.org/10.1017/S0007114521003305>
 12. Dados Mundiais. [Internet]. Uruguai. Disponible en: <https://www.dadosmundiais.com/america/uruguai/index.php>
 13. Universidad de la República (Udelar). [Internet]. Carreras por region. Disponible en: <https://udelar.edu.uy/portal/la-universidad-para-todo-el-pais/>
 14. Bienestar Universitario. [Internet]. Acerca de alimentación. Disponible en: <https://bienestar.udelar.edu.uy/alimentacion/>
 15. Prodanov CC, Freitas EC. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo, Feevale. 2013; Disponible en: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>
 16. Strasburg VJ, Jahno VD. Application of eco-efficiency in the assessment of raw materials consumed by university restaurants in Brazil: A case study. *J. Clean. Prod.* 2017; 161: 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.089>
 17. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, SP. 2011; <http://www.unicamp.br/nepa/taco/>
 18. Uruguay. Ministerio de Salud Pública. Guía alimentaria para la población uruguaya. Montevideo, Uruguay. 2019; <https://www.gub.uy/ministerio-desarrollosocial/comunicacion/publicaciones/guia-alimentaria-para-la-poblacion-uruguaya>
 19. Menu Control. [Internet]. Tabela de percentual de aproveitamento de alimentos e fator de correção. <https://www.menucontrol.com.br/tabela-de-percentual-de-aproveitamento-de-alimentos-e-fator-de-correcao/>
 20. Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonen MM. Water Footprint Manual: State of the Art. Water Footprint Network, Ensched, The Netherlands. Nov. 2009. Disponible en: <https://waterfootprint.org/media/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf>
 21. Mekonnen MM, Hoekstra AYA. Global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems.* 2012; 15: 401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
 22. Pahlow M, van Oel PR, Mekonnen MM, Hoekstra AY. Increasing pressure on fresh water resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production. *Sci. Total Environ.* 2015; 536: 847–857. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.124>
 23. Mekonnen MM, Hoekstra AY. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop Products. *Hydrol. Earth Syst. Sci* 2011; 15: 1577–1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>
 24. WEPOKE. [Internet]. Distância entre cidades. Disponible en: <http://www.distanciasentrecidades.com/>
 25. Caiado RGG, Dias RF, Mattos LV, Quelhas OLG, Leal Filho W. Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency: a systematic literature review. *J. Clean. Prod.* 2017; 165: 890-904. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.166>
 26. Department of Energy & Climate Change (DECC). [Internet]. Greenhouse gas reporting - Conversion factors. 2020. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020>
 27. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Eco-efficiency: creating more value with less impact. Geneva: WBCSD. 2000; 32 p.
 28. Do Carmo RL, Ojima ALRO, Ojima R, Nascimento TT. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. *Ambient Soc* 2007; 10(2): 83-96. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200006>
 29. Kanno P, Strasburg VJ. Avaliação histórica da frequência de serviços em um restaurante universitário. *Disciplinarum Scientia.* (Série:

- Ciências da Saúde). 2016; 17(3): 435-448.
30. Hatjiathanassiadou M, de Souza SRG, Nogueira JP, Oliveira LM, Strasburg VJ, Rolim PM, Seabra LM J. Environmental impacts of university restaurant menus: a case study in Brazil. *Sustainability*. 2019; 11 (19): 5157. <https://doi.org/10.3390/su11195157>
 31. Delicado-Soria A, García-Meseguer MJ, Boyer JH, Urrea RS. Patrones de desayuno en estudiantes universitarios de España, Túnez y Estados Unidos: factores antropométricos, sociodemográficos y de estilo de vida. *Arch Latinoam Nutr* 2021; 71(2): 114-126. <https://doi.org/10.37527/2021.71.2.004>
 32. Strasburg VJ, Fontoura LS, Benedetti LV, Camargo EPL, Sousa BJ, Seabra LMJ. Environmental impacts of the water footprint and waste generation from inputs used in the meals of workers in a Brazilian public hospital. *Research, Society and Development*. 2021; 10 (3): e225103131291-16. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13129>
 33. Nogueira JP, Hatjiathanassiadou M, de Souza SRG, Strasburg VJ, Rolim PM, Seabra LMJ. Sustainable perspective in public educational institutions restaurants: from foodstuffs purchase to meal offer. *Sustainability*. 2020; 12 (11): 4340. <https://doi.org/10.3390/su12114340>
 34. Melo VTP, Strasburg VJ. Geração de resíduos na aquisição de vegetais in natura e minimamente processados por serviço de nutrição e dietética de um hospital público. *Braz. J. Food Technol*. 2020; 23: e2019069. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06919>
 35. Vargas-Ayala A, Tucto-Cueva E, Milla-Luna D, Ricra-Chavez O, Nazario-Ramirez M. Caracterización de residuos sólidos universitarios y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en dos alternativas de gestión. *South Sustainability*. 2022; 3(2), E059. <https://doi.org/10.21142/SS-0302-2022-e059>
 36. Strasburg VJ, Jahno VD. Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. *Rev. Ambient. Água* 2015; 10: 4: 903-914. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1664>
 37. Bengtsson J, Bullock JM, Egoh B *et al*. Grasslands - more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*. 2019; 10: e02582. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>
 38. González-García S, González-García R, González Vázquez L, Moreira MT, Leis R. Tracking the environmental footprints of institutional restaurant service in nursery schools. *Sci Total Environ* 2020; 728, 138939. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138939>
 39. Speck M, Bienge K, Wagner L *et al*. Creating sustainable meals supported by the NAHCAST online tool-approach and effects on GHG emissions and use of natural resources. *Sustainability*. 2020; 12(3):1136. <https://doi.org/10.3390/su12031136>
 40. Perez-Neira D, Simón X, Copena D. Agroecological public policies to mitigate climate change: public food procurement for school canteens in the municipality of Ames (Galicia, Spain), Agroecology and Sustainable Food Systems. 2021 45:10, 1528-1553 <https://doi.org/10.1080/21683565.2021.1932685>
 41. Ritchie H, Roser M. *Our World in Data (2020). Environmental Impacts of Food Production*. Disponible en: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
 42. Volanti M, Arfelli F, Neri E *et al*. Environmental impact of meals: How big is the carbon footprint in the school canteens? *Foods*. 2022; 11: 193. <https://doi.org/10.3390/foods11020193>
 43. Corrado S, Luzzani G, Trevisan M, Lamastra L. Contribution of different life cycle stages to the greenhouse gas emissions associated with three balanced dietary patterns. *Sci Total Environ* 2019. 660, 622-630. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.267>
 44. Martinho N, Cheng L, Bentes I, Teixeira CA, Sousa Silva S, Liz Martins M. Environmental, Economic, and Nutritional Impact of Food Waste in a Portuguese University Canteen. *Sustainability*. 2022, 14, 15608. <https://doi.org/10.3390/su142315608>
 45. Lins M, Zandonadi RP, Strasburg VJ *et al*. Eco-Inefficiency formula: a method to verify the cost of the economic, environmental, and social impact of waste in food services. *Foods*. 2021; 10(6): 1369. <https://doi.org/10.3390/foods10061369>
 46. Ribeiro KRR, Rolim PM, Seabra LMJ, Strasburg VJ. Evaluation of the ecoefficiency of greenhouse gases generation in the provision of complementary meals in a public hospital. *Research, Society and Development*. 2021; 10: e10110413995. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13995>
 47. Strasburg VJ, Bassanesi FV, Silveira ACJL. Avaliação da ecoeficiência de refeição fornecida por unidade de internação pediátrica de um hospital público do sul do Brasil: um estudo de caso. *Interfaces Científicas*. 2022; 9(1): 273-289. <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2022v9n1p273-289>
 48. Cáceres P, Strasburg VJ, Morales M, Huentel C, Jara C, Solís Y. Determinación de la ecoeficiencia en desperdicios alimentarios generados a nivel de hogar: caso piloto en Chile. *Rev Cienc Ambient* 2021; 55: 295-310. <http://doi.org/10.15359/rca.55-2.14>

Recibido: 21/03/2023
Aceptado: 15/06/2023

Aceptabilidad de alimentos según sociodiversidad en comedores escolares de Brasil

Luciana Dias de Oliveira¹ , Larissa Mont'Alverne Jucá Seabra² , Andrea Mónica Solans³ , Liana Galvão Bacurau Pinheiro² , Vanuska Lima da Silva¹ , Vanessa Magnus Hendler⁴ , Agnes Gomez Kopper¹ , Eliziane Nicolodi Francescato Ruiz¹ .

Resumen: Aceptabilidad de alimentos según sociodiversidad en comedores escolares de Brasil.

Introducción. Una alimentación saludable en la escuela es fundamental para el crecimiento y desarrollo de los estudiantes, para su bienestar y su buen rendimiento escolar. El Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE) de Brasil, en este sentido, pretende ofrecer una alimentación variada, segura y que respete la cultura, las tradiciones y los hábitos alimentarios saludables. Ante el escenario actual de malnutrición y de cambio climático, caracterizado por la Sindemia Global, desde diversos niveles gubernamentales se señala la importancia de incluir en los comedores escolares alimentos de la sociobiodiversidad, concepto definido en el Plan Nacional de Promoción de las Cadenas de Productos de la Sociobiodiversidad en Brasil en 2009. **Objetivo.** El estudio que se presenta tiene como objetivo evaluar la aceptabilidad de las preparaciones a base de productos de la sociobiodiversidad con estudiantes de escuelas públicas de Rio Grande do Sul (RS) y Rio Grande do Norte (RN), Brasil. **Materiales y métodos.** El trabajo forma parte de un estudio transversal y multicéntrico, con pruebas de adherencia y aceptabilidad de preparaciones a base de alimentos de la sociobiodiversidad realizado con estudiantes de escuelas públicas de RS y RN. **Resultado.** Se observó que las preparaciones obtuvieron excelentes porcentajes de adhesión, 100% en ambos estados, y de aceptabilidad, oscilando entre el 82 y el 97% de aceptación de las preparaciones. **Conclusión.** La alimentación puede ser utilizada en el ámbito escolar a partir de su potencial dialógico y socioeducativo para la transformación social y la promoción de la cohesión social en torno a dietas más sostenibles. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 102-112.**

Palabras clave: alimentación escolar, política alimentaria escolar, seguridad alimentaria, biodiversidad, alimentación saludable.

Abstract: Food acceptability according to sociodiversity in school canteens in Brazil. Introduction: Healthy nutrition at school is fundamental for the growth and development of students, for their well-being and good school performance. Brazil's National School Feeding Programme (PNAE) aims to offer a varied and safe diet that respects culture, traditions and healthy eating habits. Faced with the current scenario of malnutrition and climate change, characterised by the Global Syndemic, various levels of government have highlighted the importance of including sociobiodiverse foods in school feeding, a concept defined in the National Plan for the Promotion of Socio-biodiverse Product Chains in Brazil in 2009. **Objective.** The aim of this study is to evaluate the acceptability of preparations based on sociobiodiversity products with students from public schools in Rio Grande do Sul (RS) and Rio Grande do Norte (RN), Brazil. **Materials and methods.** The study is part of a cross-sectional, multicentre study, with adherence and acceptability tests of preparations based on sociobiodiversity foods carried out with students from public schools in RS and RN. **Results.** It was observed that the preparations obtained excellent percentages of adherence, 100% in both states, and acceptability, ranging from 82 to 97% of acceptance of the preparations. **Conclusion.** School feeding can be used in the school environment from its dialogical and socio-educational potential for social transformation and the promotion of social cohesion around more sustainable diets. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 102-112.**

Keywords: school feeding, public policy, food security, biodiversity, healthy diet.

Introducción

Una alimentación saludable en las escuelas es fundamental para el crecimiento y desarrollo de los estudiantes, para su bienestar y su buen rendimiento escolar. El Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE) de Brasil, en este

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS, Brasil.

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Natal, RN, Brasil.

³Universidad de Buenos Aires; Buenos Aires, Argentina. ⁴Escola Nacional de Saúde Pública FIOCRUZ; Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Autor para la correspondencia: Luciana Dias de Oliveira, e-mail: diasluciana73@gmail.com



sentido, pretende ofrecer una alimentación variada y segura, que respete la cultura, las tradiciones y los hábitos alimentarios saludables (1). Tal propósito responde al concepto ampliado de Alimentación Adecuada y Saludable (AAS) que, además del plano biológico, considera las dimensiones vinculadas al Derecho Humano a la Alimentación Adecuada (DHAA), así como los vínculos de las personas y colectivos con los alimentos, las relaciones laborales establecidas en el sistema alimentario y la cuestión ambiental en la producción, procesamiento, distribución y consumo de alimentos (2,3).

Dicho esto, los menús de alimentación escolar deben ser elaborados por el nutricionista responsable del programa, utilizando alimentos frescos o mínimamente procesados, respetando las necesidades nutricionales, los hábitos alimentarios y la cultura alimentaria local. También debe basarse en la sostenibilidad, estacionalidad y diversificación agrícola de la región y en la promoción de una alimentación adecuada y saludable. En cuanto a los menús, también deben seguirse las orientaciones legales sobre su composición, considerando los nutrientes esenciales, los tipos de alimentos y sus cantidades mínimas a ofrecer, así como la frecuencia de oferta y los alimentos restringidos y prohibidos (1). Otro aspecto importante relacionado con el menú es la aplicación de pruebas de aceptabilidad siempre que se introduzcan nuevos alimentos o preparaciones innovadoras. El municipio o estado que implemente el PNAE será responsable de la aplicación de la prueba de aceptabilidad, que deberá ser planificada y coordinada por el nutricionista, que es el responsable técnico. Para tanto, el profesional deberá observar los parámetros técnicos, científicos y sensoriales establecidos en el reglamento del Programa. Además, el nutricionista será responsable por la elaboración de un relatorio, que incluirá todas las etapas de la aplicación del test de aceptabilidad, desde la planificación hasta el resultado alcanzado (1,2).

A partir de 2009, especialmente con la publicación de la Ley 11947, el PNAE

comenzó a profundizar en cuestiones relacionadas con la sostenibilidad y las particularidades locales, incorporando entre sus premisas las dimensiones culturales, el desarrollo sustentable y la presencia de la agricultura familiar en la alimentación escolar. De este modo, la legislación pasó a determinar que al menos el 30% de los recursos financieros transferidos por el Fondo Nacional de Desarrollo de la Educación (FNDE) a las Entidades Ejecutoras se destinen a la compra de alimentos de la agricultura familiar. Cabe señalar que, de acuerdo con la Resolución N° 06, del 08 de mayo de 2020, se entiende por Entidad Ejecutora (EEx) a "las Secretarías de Estado de Educación, las Prefecturas Municipales y las escuelas federales, como responsables de la ejecución del PNAE, incluyendo el uso y la complementación de los recursos financieros transferidos por el FNDE, de la rendición de cuentas del Programa, del suministro de alimentos en las escuelas en al menos 200 (doscientos) días de trabajo escolar efectivo, y de las acciones de educación alimentaria y nutricional a todos los alumnos matriculados" (1) (traducción propia). Además, se estableció que los criterios para la compra de alimentos escolares deben priorizar los asentamientos de la reforma agraria y las comunidades indígenas y quilombolas (afrodescendientes) tradicionales (4).

Más allá de la posibilidad de inclusión socioproductiva de las poblaciones tradicionales y de los productores locales en este mercado institucional, los marcos legales que orientan la Política de Alimentación Escolar incentivan la compra de alimentos orgánicos y/o agroecológicos, estableciendo caminos para la inclusión de productos de la sociobiodiversidad (4, 1, 5, 6, 7). Es importante aclarar la comprensión de la sociobiodiversidad adoptada en este trabajo, a la luz del concepto presentado en el Plan Nacional de Promoción de las Cadenas de Productos de la Sociobiodiversidad (PNPSB), en 2009, en el que se definen los productos de la sociobiodiversidad como:

"Bienes y servicios (productos finales, materias primas o beneficios) generados a partir de los recursos de la biodiversidad, destinados a formar cadenas productivas de interés para los pueblos y comunidades tradicionales y los agricultores familiares, que promuevan el mantenimiento y la valorización de sus prácticas y conocimientos, y garanticen los derechos resultantes, generando ingresos y promoviendo la mejora de su calidad de vida y del entorno en el que viven" (8).

En otras palabras, el concepto brasileño manifiesta el encuentro entre los planos biológicos y socioculturales,

que comprenden una enorme diversidad de ecosistemas, especies vegetales y animales, cosmologías, conocimientos y modos de vida, además de atender a las dimensiones económicas y sociales de interés para las comunidades tradicionales y los agricultores familiares, así como los asuntos medioambientales.

En cuanto a la intersección entre los ámbitos de la alimentación escolar y la sociobiodiversidad, existen lagunas en el ámbito teórico y práctico en relación con este tema. Asimismo, diversos estudios han documentado la baja presencia de especies alimenticias locales en los menús escolares en contraste con toda la variedad sociobiodiversa existente en el territorio brasileño (9, 10, 11, 12, 13). En este sentido, se destaca la importancia de mirar este campo en construcción que incluye la inclusión de alimentos de la sociobiodiversidad en las comidas escolares, especialmente ante el escenario actual de malnutrición (obesidad y desnutrición) y cambio climático, caracterizado por la Comisión de Obesidad de The Lancet como Sindemia Global (14). Diversas investigaciones plantean que la inclusión de la sociobiodiversidad en las escuelas a partir de la presencia en los ambientes escolares de preparaciones culinarias basadas en productos potencialmente nutritivos, producidos localmente por comunidades tradicionales y agricultores familiares, permite promover una alimentación adecuada y saludable, la conservación de los ecosistemas y recursos circunscritos y el desarrollo sostenible (9, 10, 12).

Con este fin, en lo que respecta a la introducción de nuevos productos en los menús escolares la legislación orienta a la aplicación de pruebas de aceptabilidad con los estudiantes, de acuerdo con la metodología definida por la FNDE, para evaluar su aprobación de la preparación que se insertará en las comidas escolares (1, 15). Por lo tanto, buscando avanzar en las discusiones sobre el tema e inspirar la construcción de movimientos en torno a la inclusión de alimentos de la sociobiodiversidad en el PNAE, este trabajo tiene como objetivo evaluar la aceptabilidad de preparaciones a base de productos de la sociobiodiversidad con alumnos de escuelas públicas de Rio Grande do Sul (RS) y Rio Grande do Norte (RN).

Materiales y métodos

Este trabajo es un estudio transversal con observación de la exposición y el resultado con el objetivo de

conocer la prevalencia de aceptación de los alimentos de la sociobiodiversidad en las escuelas públicas. La propuesta se enmarca en un proyecto multicéntrico, realizado en colaboración entre la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS) (Rio Grande do Sul, Brasil), la Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN) (Rio Grande do Norte, Brasil) en lo que respecta a la aplicación de pruebas de aceptabilidad, y la Universidad de Buenos Aires (UBA) (Argentina) mediante la participación en conversas sobre la importancia de la inserción de alimentos de la sociobiodiversidad en las comidas escolares y en el análisis de los datos.

La investigación se llevó a cabo en cuatro escuelas públicas de la red municipal de Mostardas, en Rio Grande do Sul y en tres escuelas estatales de los municipios de João Câmara, Taipú y Touros, en Rio Grande do Norte. Los municipios fueron elegidos por conveniencia teniendo en cuenta la presencia de pueblos y comunidades tradicionales (quilombolas e indígenas) y el desarrollo de otros proyectos en estas localidades en colaboración con las universidades implicadas en la aplicación de las pruebas.

Para la selección de los alimentos fueron realizados en ambos estados talleres de cocina con las comunidades involucradas en el estudio, en los que se presentaron diversos alimentos de la sociobiodiversidad y formas de preparación. Los alimentos seleccionados y sus métodos de preparación fueron aquellos que contaban con producción y carácter local, con potencial para su inclusión en las comidas escolares teniendo en cuenta su valor nutricional, las técnicas de preparación requeridas, los ingredientes y utensilios necesarios, así como el tiempo y esfuerzo requerido por los manipuladores de alimentos para reproducir las preparaciones en las cocinas de las escuelas. De este modo, se seleccionaron los siguientes alimentos: poroto "sopinha" ("feijão sopinha") y harina de maíz "catete" ("farinha de milho catete") preparados respectivamente en forma de guiso y tarta en RS (Figura 1) y castaña de cayú ("castanha de caju") y umbu preparados respectivamente en forma de torta y bebida láctea llamada "Umbuzada" en RN (Figura 2).



Figura 1. Poroto “sopinha” in natura y en guiso, Harina de maíz “catete” y tarta de maíz “catete”

El poroto "sopinha" (*Vigna unguiculata*), es una leguminosa que puede cultivarse en regiones de clima cálido y húmedo, semiárido y tropical de Brasil y se adapta muy bien a diferentes tipos de suelo. Este poroto tiene un 14% más de proteínas, un 49% menos de lípidos y un 39% menos de hidratos de carbono en comparación con el poroto negro y es producido por las comunidades tradicionales y los agricultores familiares de la costa norte de Rio Grande do Sul, Brasil (16, 17). El maíz “catete” es una variedad criolla de origen indígena y, al igual que el poroto “sopinha”, es producido por las comunidades tradicionales y los agricultores familiares del Litoral Norte de Rio Grande do Sul. La harina de este maíz, en comparación con la harina de maíz amarillo, tiene un mayor contenido de proteínas (54%), cenizas (232%), lípidos



Figura 2. Castaña de cayú torrada, tarta de castanha de caju, umbu in natura y bebida láctea “umbuzada”

(59%) y fibra total (126%). Además, el contenido de carbohidratos es un 24% inferior al de la harina de maíz amarillo (17).

El “umbuzeiro” es un árbol frutal resistente a la sequía, originario del noreste de Brasil. La producción se concentra en los estados de Bahía, Pernambuco y Rio Grande do Norte, Minas Gerais, Paraíba, Piauí, Ceará y Alagoas, y su uso es muy importante para las poblaciones rurales de la región semiárida, especialmente en los años de sequía. Su fruto, el umbú, es rico en vitamina C y es comercializado por pequeños agricultores. La práctica de la recolección del fruto es una actividad culturalmente valorada, que se transmite y aprende de generación en generación (39, 40). El cayú (*Anacardium occidentale* L.) es un fruto cuya parte carnosa es muy apreciada consumida in natura o en forma de jugo. Las castañas de cayú (tallo carnoso, pseudofruta), muy utilizadas en la cocina nordestina, tienen proteínas ricas en aminoácidos esenciales y un alto contenido en grasas, característico de las semillas oleaginosas (39).

Tanto el umbu como la castaña de cayú forman parte de los alimentos pertenecientes a la sociobiodiversidad de Río Grande do Norte, enumerados en la Ordenanza 284/2018 del Ministerio de Medio Ambiente, que estableció las especies de la sociobiodiversidad a efectos de su comercialización dentro de las intervenciones realizadas por el Programa de Adquisición de Alimentos del Gobierno Federal (6).

Las acciones relacionadas con la evaluación de la aceptabilidad de las preparaciones con productos de la sociobiodiversidad, por parte de los estudiantes de la red pública de educación se desarrollaron en el periodo comprendido entre 2017 y 2020, comprendiendo tres etapas que se describen a continuación:

- 1) Talleres de cocina para definir las preparaciones a incluir en la prueba de aceptabilidad: en cada taller participaron personas de las comunidades (campesinos quilombolas en RS y campesinos indígenas en RN) que comúnmente preparan alimentos tradicionales, así como manipuladores de alimentos del PNAE, gestores municipales e investigadores que mediaron en la actividad propuesta. Inicialmente, se realizó una ronda de conversación con los participantes para conocerlos, comprender su concepción acerca de la alimentación y la identidad alimentaria

y la relación/significación de los alimentos de la sociobiodiversidad. A continuación, se elaboraron preparaciones basadas en alimentos de la sociobiodiversidad, con recetas y métodos de preparación presentados por agricultoras referentes de pueblos tradicionales que suelen incluir estos alimentos en su vida cotidiana. Una vez preparadas las recetas, se degustaron junto con los demás participantes.

- 2) Realización de Fichas técnicas de Preparación (FTP) y definición de las preparaciones que fueron probadas en las escuelas: a partir de la información producida en los talleres culinarios, las FTP fueron realizadas en los laboratorios de técnicas dietéticas de la UFRGS y de la UFRN por becarios y becarias del proyecto de investigación.
- 3) Prueba de adhesión y aceptabilidad de las preparaciones a base de alimentos de la sociobiodiversidad en las escuelas: la prueba de aceptabilidad se realizó con niños y niñas de los primeros grados de las escuelas primarias en el rango de edad de 6 a 10 años, según el conjunto de procedimientos metodológicos recomendados por el Programa Nacional de Alimentación Escolar, científicamente reconocidos, destinados a medir el índice de aceptabilidad de los alimentos ofrecidos a los estudiantes (15). Las preparaciones con alimentos de la sociobiodiversidad fueron elaboradas por los manipuladores de las escuelas con ingredientes (poroto "sopinha", harina de maíz "catete", pulpa de umbu y harina de castaña de cayú) adquiridos a los pueblos y comunidades tradicionales y a los agricultores familiares locales y estandarizados en fichas técnicas previamente elaboradas. El resto de los insumos alimentarios utilizados fueron suministrados por la escuela según su menú estándar (por ejemplo: harina de trigo, aceite, levadura, etc.). Las recetas se probaron en diferentes días y fueron evaluadas por los estudiantes justo después de consumir la preparación. El instrumento utilizado para la prueba fue la "escala hedónica facial" para escolares de 1° a 5° curso, que consiste en que los alumnos rellenen un formulario indicando, en una escala, el grado de satisfacción o insatisfacción con la preparación servida. Para evaluar la adhesión se tuvo en cuenta el número de alumnos que estaban presentes en el comedor escolar el día de la prueba y que estaban dispuestos a consumirla, tal como se describe en el manual para la aplicación de

las pruebas de aceptabilidad en el PNAE (15). Es importante señalar que, según las orientaciones de la FNDE, la preparación probada puede considerarse aprobada para su inserción en los menús de alimentación escolar, a partir de resultados que muestren porcentajes mayores o iguales al 85% de las expresiones "me gustó" y "me encantó" (15a).

Los resultados se evaluaron midiendo la frecuencia absoluta y relativa mediante el software Microsoft Excel®, obteniendo los valores porcentuales de aceptabilidad y adhesión de los ítems en estudio. Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, bajo el protocolo n° 82570018.2.1001.5347 y fue financiada por el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico a través de la Convocatoria CNPq/MCTIC n° 016/2016.

Resultados

En este apartado se presentan los resultados de las pruebas de aceptabilidad de las preparaciones desarrolladas con alimentos de la sociobiodiversidad en municipios de la RS y la RN. En este sentido, a partir de los datos presentados en las Tablas 1 y 2, se observa que, en general, las preparaciones evaluadas fueron bien aceptadas por los estudiantes con índices de aprobación superiores al 80%. Además de la aprobación, se puede observar que la adhesión fue del 100% en ambos estados para todas las preparaciones, es decir, todos los estudiantes que estaban presentes en los comedores en el momento de la degustación y aceptaron consumir los platos.

Al analizar los resultados a partir de los marcos legales que orientan la inclusión de nuevas preparaciones en la alimentación escolar (15, 1), se observa que sólo la torta con harina maíz "catete" evaluado en RS tuvo un porcentaje de aceptación superior al recomendado, el 97%, es decir, la receta podría insertarse en las escuelas del municipio. En cuanto al poroto "sopinha" evaluado en el municipio

Tabla 1. Resultados de las pruebas de aceptabilidad en las escuelas de RS

MOSTARDAS/RS (n= 353)
 Escuelas: Dinarte Silveira Martins, Marcilio Dias, Nossa Senhora Aparecida e Quitéria Pereira do Nascimento

	Adhesión N° de estudiantes	"Me gustó/Me encantó" (%)	"Indiferente" (%)	"Odié/No me gustó" (%)
Poroto "sopinha" en guiso a sopa	160	85	8	7
Torta de maíz "catete"	193	97	2	1

Fuente: Elaborado por las autoras (2021)

del sur, el alimento fue aprobado por el 85% de los 160 estudiantes que lo probaron en el ámbito educativo y, por lo tanto, es posible su inserción inmediata en las comidas escolares de acuerdo con los parámetros recomendados por la FNDE. Cabe mencionar que, en la región, los niños y las niñas tienen preferencia por el poroto negro, siendo que este alimento tiene características organolépticas diferentes a las del poroto "sopinha", principalmente en lo que respecta al sabor y a la apariencia (color y tamaño) (17).

En el estado de RN el pastel con harina de castañas de cayú expresó un resultado muy prometedor, de los 251 estudiantes que probaron la preparación, el 84% la aprobó. En cuanto a la "umbuzada", la preparación tuvo un 82% de aceptación. Estos porcentajes constituyen resultados importantes e indican,

según las orientaciones de la FNDE, la aplicación de una nueva prueba.

Cuando se evalúan los resultados separadamente por escuela, se observó, en Rio Grande do Sul, la siguiente aceptación para el poroto sopinha: Escola Dr. Dinarte Silveira Martins 97,3% entre "Me gustó/Me encantó"; Escola Marcílio Dias 88,5% entre "Me gustó/Me encantó"; Escola Nossa Senhora Aparecida 73,91% entre "Me gustó/Me encantó" y, Escola Quitéria Pereira do Nascimento 100% entre "Me gustó/Me encantó". Para la tarta de maíz catete, se observó lo siguiente: Escuela Marcelo Gama 89,79% entre "Me gustó/Me encantó"; Escuela Dr. Dinarte Silveira Martins 100% entre "Me gustó/Me encantó"; Escuela Marcílio Dias 75,67% entre "Me gustó/Me encantó"; Escola Nossa Senhora Aparecida 98,25% "Me gustó/Me encantó" y, Escola Quitéria Pereira do Nascimento 100% entre "Me gustó/Me encantó".

Tabla 2. Resultados de las pruebas de aceptabilidad en las escuelas de RN

JOÃO CÂMARA, TAIPÚ E TOUROS/RN (n=497)
 Escuelas: Marluce Lucas, Clotilde Moura e Cel. Antônio do Lago

	Adhesión N° de estudiantes	"Me gustó/Me encantó" (%)	"Indiferente" (%)	"Odié/No me gustó" (%)
<i>Bolo de Castanha</i>	251	84	6	10
<i>Umbuzada</i>	246	82	8	10

Fuente: Elaborado por las autoras (2021)

Del mismo modo, en Rio Grande do Norte, se puede observar la aceptabilidad por escuela, para la tarta de castaña: Escuela de João Câmara 70% entre “Me gustó/Me encantó”; Escuela de Taipú 90% entre “Me gustó/Me encantó”; Escuela de Touros 90% entre “Me gustó/Me encantó”. La bebida de leche hecha con umbu, llamada umbuzada, presentada en la escuela de João Câmara, obtuvo una aceptación del 77% entre “Me gustó/Me encantó”; Escuela de Taipú, 88% entre “Me gustó/Me encantó”; Escuela de Touros 80% entre “Me gustó/Me encantó”.

Discusión

Como principales resultados, se pudo observar que todas las preparaciones con alimentos de la sociobiodiversidad propuestas en las escuelas obtuvieron una buena aceptación según las principales directrices del Programa Nacional de Alimentación Escolar de Brasil (15,1). A partir de estos resultados se sostiene que es posible la inserción inmediata de los preparados a base del poroto “sopinha” y del maíz “catete” en los menús escolares. Por otro lado, a pesar de la necesidad de aplicar nuevas pruebas con los preparados a base de castaña de caju y umbu, los resultados muestran el potencial de inserción de estas preparaciones, ya que quedaron mínimamente por debajo del punto de corte para el suministro inmediato. Los estudios sobre la inclusión de alimentos de la socio-biodiversidad en las comidas escolares son escasos en Brasil; sin embargo, se sostiene que es un debate importante de llevar a adelante ya que la propia legislación del PNAE incentiva el consumo de estos alimentos y subraya su potencial para fomentar la economía local y la agricultura familiar.

Con el objetivo de analizar los resultados presentados en el apartado anterior en relación con otros estudios que documenten hallazgos relacionados con la evaluación de la aceptabilidad de los productos de la sociobiodiversidad por parte de la comunidad escolar, se presentan los resultados descritos en el trabajo de Izzo y Domene (2021) sobre la aceptación de recetas que contienen “*ora-pro-nóbis*” (*Pereskia aculeata*), conocida también como grosellero americano, que es una planta comestible que posee alto valor nutricional debido a que sus hojas son ricas en fibras y proteínas. Cuando los autores evaluaron la aceptabilidad de las preparaciones que contenían este producto de la sociobiodiversidad (pan y tartas) en dos escuelas

municipales de Santos, en el estado de São Paulo, comprobaron que, de los cincuenta alumnos que participaron en las pruebas, el 46% y el 72% aprobaron la tarta y el pan con “*ora-pro-nóbis*”, respectivamente, demostrando así un resultado insuficiente para su inclusión en los menús escolares (18).

Los estudios de aceptabilidad realizados con alimentos de la sociobiodiversidad son escasos, sin embargo, aquellos estudios que muestran la posibilidad de insertar otros alimentos, comúnmente poco consumidos, muestran resultados prometedores. Por ejemplo, el trabajo de Fonseca *et al.* (19), que evaluó la posibilidad de incluir el pescado *Engraulis anchoíta* en las comidas escolares en las escuelas públicas de RS (19). El trabajo mostró que al 68, 71 y 81% de los estudiantes, respectivamente, de la red estatal de RS, del municipio de Rio Grande y del municipio de Porto Alegre les gustó la preparación, concluyendo que, con una planificación de actividades educativas relacionadas con esos alimentos en la escuela, sería posible insertarlos en los menús de los comedores escolares.

En este sentido, en un contexto de Sindemia Global es relevante el debate sobre la sociobiodiversidad y es clave el papel de las escuelas en la construcción y el fomento de hábitos alimentarios basados en el consumo de alimentos producidos localmente.

Ante este panorama, los estudios han relacionado el cuadro actual de la malnutrición con los modos hegemónicos de producción, transformación, distribución y consumo de alimentos. Además de las repercusiones negativas sobre la calidad de los alimentos producidos, se discuten los efectos sobre el medio ambiente, como la contaminación del suelo, el agua y el aire, la pérdida de biodiversidad y la destrucción de los ecosistemas, así como las consecuencias sociales, por ejemplo, la concentración de la tierra y la expulsión de las comunidades tradicionales y los agricultores familiares de sus territorios, lo que contribuye a aumentar las desigualdades sociales. Además, el modelo agroalimentario hegemónico, al

priorizar la producción de productos básicos dirigidos sobre todo al mercado global en detrimento de los productos locales, como la sociobiodiversidad, ha contribuido no sólo a la extinción de las especies autóctonas, sino también a toda la cultura asociada a su cultivo, como las técnicas de producción y preparación de alimentos, las recetas, los conocimientos, los sabores y los rituales asociados (20, 21, 22, 23, 24, 14, 25). En otras palabras, hay una serie de efectos negativos sobre la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), la Soberanía Alimentaria y la sustentabilidad medioambiental.

Por ello, entre los caminos señalados como posibles estrategias para afrontar estos problemas, se han debatido cuestiones relacionadas con las dietas sostenibles. Se entiende que éstas, a su vez, deben incluir el uso sostenible de la biodiversidad y el respeto a los ecosistemas, y también ser económicamente accesibles y culturalmente apropiadas, además de provenir de sistemas de producción que no reproduzcan daños ambientales y sociales (26, 27, 28). Atendiendo a lo que proponen las discusiones en torno a las dietas sustentables, la Guía Alimentaria para la Población Brasileña (2014), indica que "la alimentación adecuada y saludable deriva de un sistema alimentario social y ambientalmente sustentable" (29), es decir, también aboga por el cuidado de los impactos generados por las formas de producción y distribución de alimentos en la salud del medio ambiente y la justicia social.

Teniendo en consideración estas cuestiones, los investigadores (30, 27) han reconocido el potencial comprendido en el ámbito de la contratación pública, en relación con la promoción de sistemas alimentarios más saludables y sustentables y el cumplimiento de los principales Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. El mercado de la alimentación escolar forma parte de este debate y ha mostrado resultados muy positivos cuando se cumplen los preceptos legales que guían la compra de alimentos de la agricultura familiar y la provisión de comidas adecuadas y saludables en el entorno escolar (31, 32, 33, 1).

La inclusión de alimentos procedentes de la sociobiodiversidad, al ser una prioridad para los gestores y responsables de la compra de alimentos en las instituciones públicas y aparecer en las agendas de las políticas públicas de alimentación y nutrición, podría contribuir así a mejorar el estado nutricional de la población, a mejorar los ingresos y la calidad de vida de los productores rurales y a la conservación de la biodiversidad (34). Sin embargo, a pesar de los progresos realizados desde 2003, siguen existiendo importantes obstáculos a la cualificación de los proveedores, que deben ser abordados colectivamente para que los agricultores familiares puedan beneficiarse de las subvenciones que garantizan la infraestructura para el suministro continuo de alimentos para las comidas escolares. Alimentos tales como verdolaga, *fisalis* (camapu), *Major-gomes* (o caruru), pepinillo, *ora-pro-nobis*, jatobá, descritos en la Ordenanza n° 10 del MAPA/MMA (35) como especies nativas de la sociobiodiversidad de las regiones sur y noreste, además de muchos otros alimentos no enumerados en ese documento, podrían formar parte de la dieta de alumnos. Sin embargo, no se observa la presencia de estos alimentos en los menús escolares a pesar de su buena aceptación y sus numerosas posibilidades de preparación (36, 37).

La alimentación es un sistema de comunicación que transmite información sobre las características de las personas y grupos localmente situados. Desde este enfoque, la alimentación en tanto simbología, puede alzarse como una herramienta para el diálogo para resolver problemáticas y conflictos sociales (38). Así, dado que el universo de la alimentación escolar comprende un abanico muy amplio de posibilidades y potencialidades y que la difusión de la sociobiodiversidad en este ámbito materializa valores sociales, ambientales, económicos, culturales y nutricionales, se sostiene que el encuentro entre estos elementos propone alternativas para enfrentar los problemas relacionados con la alimentación y el cambio climático. En este sentido, se encuentra que las acciones en torno a la incorporación de alimentos y productos de la sociobiodiversidad en las escuelas es todavía un campo en construcción, son escasos los estudios sobre el tema, y, en particular, se necesita mayor concienciación y formación de las autoridades, gestores y profesionales (incluidos los y las nutricionistas técnicamente responsables de las comidas escolares) implicados en la planificación y aplicación del PNAE, sobre el debate en torno a la sociobiodiversidad (9, 10, 12, 18, 17).

Consideraciones finales

Dado el contexto de la mencionada Sindemia Global, se considera imperativo ampliar la inclusión de productos de la sociobiodiversidad en los menús escolares del Programa Nacional de Alimentación Escolar. Más aún, en consonancia con los resultados aquí presentados, en general, alumnos están abiertos a aceptar innovaciones en el menú con alimentos procedentes de la sociobiodiversidad.

El esfuerzo de los miembros de los equipos de educación y salud por conocer las condiciones de vida, los valores, las habilidades y los conocimientos culinarios de los grupos sociales locales y, al mismo tiempo, explorar las capacidades productivas del lugar, son los primeros pasos hacia la educación alimentaria y nutricional y la expansión de los productos de la sociobiodiversidad en las escuelas que, a su vez, permiten satisfacer las necesidades y expectativas de estudiantes y de productoras y productores.

En esta perspectiva, se destaca la importancia de los trabajos que exploran experiencias relacionadas con la inserción de productos de la sociobiodiversidad en la alimentación escolar, en los que la evaluación de la aceptabilidad de las preparaciones en las escuelas y otros estudios con el tema de la sociobiodiversidad, constituyen uno de los caminos para el avance de este movimiento en los planos teóricos y prácticos. Se destaca la relevancia de la política pública brasileña de alimentación escolar en el mantenimiento de hábitos alimentarios saludables, así como las cuestiones culturales de la alimentación, especialmente las prácticas alimentarias de los pueblos y comunidades tradicionales. La inserción de umbu, castañas de cayú, poroto sopinha y harina de maíz catete en el menú escolar, valoriza la diversidad gastronómica y, paralelamente, fomenta el desarrollo económico de la agricultura familiar, la facilidad de comercialización de los productos y la inclusión social a través de la alimentación escolar.

Es importante resaltar que si bien los resultados indican un posible impacto, se debe tener en cuenta que el estudio se limitó a dos regiones específicas y con grupos específicos de estudiantes, y se necesita más investigación para que sea posible extender las recomendaciones a otros contextos.

Para concluir, también hay que señalar que cada uno de los componentes de la cocina (los

ingredientes producidos y seleccionados, la forma de prepararlos y combinarlos, los métodos de cocción, la condimentación y la presentación, las recetas tradicionales, los hábitos alimentarios, los diferentes usos de los alimentos) está dando información sobre las personas y las relaciones sociales. Del mismo modo, las diferentes formas de comer pueden ser un medio para identificarse, darse a conocer, reafirmarse ante los demás, relacionarse, establecer y profundizar los vínculos sociales o distanciarse. En este sentido, la alimentación en tanto símbolo puede ser utilizada en el ámbito escolar a partir de su potencial dialógico y socioeducativo para la transformación social y la promoción de la cohesión social en torno a dietas más saludables y sostenibles.

Agradecimientos

CNPq–Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-Apoyo financiero para el desarrollo del trabajo.

COOPTRAM – Cooperativa dos Povos Tradicionais de Mostardas - Apoyo logístico y técnico a la investigación sobre alimentos de la sociobiodiversidad.

Prefeitura Municipal de Mostardas, RS, Brasil - Apoyo logístico y en la localización de las escuelas que participaron en el trabajo.

Conflictos de interés

Los autores no tienen ningún conflicto de intereses en este trabajo.

Referencias

1. Brasil. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução nº 06 de 08 de maio de 2020. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar dos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar –PNAE. 2020. En: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/resolucoes/2020/resolucao-no-6-de-08-de-maio-de-2020/view>

2. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar para População Brasileira. 2. ed. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2014. En: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/publicacoes-para-promocao-a-saude/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf/view
3. Castro IRR. Desafios e perspectivas para a promoção da alimentação adequada e saudável no Brasil. Caderno de Saúde Pública, v. 31, n.1, p.7-9, 2015. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPE010115>
4. Brasil, Ministério da Educação. Lei nº 11.947 de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nºs 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2009a. En: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm
5. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria Interministerial nº 163 de 11 de maio de 2016. Institui a lista de espécies nativas da sociobiodiversidade brasileira para fins de comercialização in natura ou de seus produtos. Diário Oficial da União, 2016.
6. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria Interministerial nº 284 de 30 de maio de 2018. Institui a lista de espécies da sociobiodiversidade, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados, no âmbito das operações realizadas pelo Programa de Aquisição de Alimentos-PAA. Diário Oficial da União, 2018. En: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29306868/do1-2018-07-10-portaria-interministerial-n-284-de-30-de-maio-de-2018-29306860
7. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Interministerial MAPA/MMA nº 10, de 21 de julho de 2021. Institui lista de espécies nativas da sociobiodiversidade de valor alimentício, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados. Diário Oficial da União, 2021. En: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-mapa/mma-n-10-de-21-de-julho-de-2021-333502918>
8. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Plano nacional de promoção das cadeias de produtos da sociobiodiversidade. Brasília: 2009b. En: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/1024>
9. Sousa AA de, Silva APF da, Azevedo E de, Ramos MO. Cardápios e sustentabilidade: ensaio sobre as diretrizes do Programa Nacional de Alimentação Escolar. Rev Nutr Campinas 2015; 28 (2):217-229. <https://doi.org/10.1590/1415-52732015000200010>
10. Girardi MW, Fabri RK, Bianchini VU, Martinelli SS, Cavalli SB. Oferta de preparações culinárias e alimentos regionais e da sociobiodiversidade na alimentação escolar: um estudo na Região Sul do Brasil. Segur. Aliment. Nutr. 2018; 25 (3): 29-44. <https://doi.org/10.20396/san.v25i3.8652261>
11. Gabriel CG, Costa L da CF, Calvo MCM, Vasconcelos F de AG de. Planejamento de cardápios para escolas públicas municipais: reflexão e ilustração deste processo em duas capitais brasileiras. Rev Nutr 2012; 25 (3): 363-372. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732012000300006>
12. Brito, Tayrine Parreira et al. A valorização da sociobiodiversidade na alimentação escolar. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 27, p.1-13, 2020. <https://doi.org/10.20396/san.v27i0.8659632>
13. Rockett, Fernanda Camboim et al. Family farming and school meals in Rio Grande do Sul, Brazil. Ciência Rural. Santa Maria, v. 49, n.2, p.1-12, 2019. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180561>
14. Swinburn, Boyd et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. The Lancet, janeiro 2019. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32822-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8)
15. BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Manual para aplicação dos Testes de Aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). 2. ed. Brasília-DF: FNDE, 2017a. En: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pnae/manuais-e-cartilhas/manual-para-aplicacao-dos-testes-de-aceitabilidade-no-pnae>
16. Mello, Carla S. de; Petter, Alessandra G.; Montana, Miguel Medeiros. Perfil do feijão sopinha. Salão de Iniciação Científica (13.: 2001: Porto Alegre). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2001., 2001. En: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/70538/000313255.pdf?sequence=1>
17. Hendler Vanessa Magnus, Ruiz Eliziane Nicolodi Francescato, Oliveira Luciana Dias de. Sociobiodiversidade na escola, promoção da saúde, da sustentabilidade e da cultura: um movimento em construção no município de Mostardas/RS. Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento, 2021; 15 (1): 115-134, <http://dx.doi.org/10.18542/raf.v15i1.9949>
18. Izzo Sophia.; Domene Semíramis Martins Alvares. Acceptance of culinary preparations with ora-pro-nobis by schoolchildren under the national School Feeding Program. DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde 2021; 16, 1-10, [10.12957/demetra.2021.53372](https://doi.org/10.12957/demetra.2021.53372)
19. Fonseca, Simone Guerra et al. O consumo de peixe anchoita na alimentação escolar: aceitabilidade e adesão. Ciência&Saúde 2017;10(4):245-250. <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2017.4.25523>
20. Azevedo, Elaine. Alimentação e Modos de Vida Saudável. Saúde em Revista, 2004; 6 (13): 31-36. <https://doi.org/10.1590/15174522-019004412>
21. Johns, Timothy; Eyzaguirre, Pablo B. Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. Proceedings of

- the Nutrition Society 2006; 65 (2): 182–189. <https://doi.org/10.1079/PNS2006494>
22. Maluf Renato Sergio et al. Nutrition-sensitive agriculture and the promotion of food and nutrition sovereignty and security in Brazil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 2015;20(8): 2303–2312. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015208.14032014>
 23. Ribeiro Helena, Jaime Patrícia Constante, Ventura Deisy. Alimentação e sustentabilidade. *Estudo Avançados* 2017; 31 (89): 185-198, 2017. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890016>
 24. Ramos Mariana Oliveira et al. Cadeias de produtos da sociobiodiversidade no sul do Brasil: valorização de frutas nativas da Mata Atlântica no contexto do trabalho com agroecologia. *Amazônica: Revista de Antropologia* 2017; 9 (1): 98-131 <http://dx.doi.org/10.18542/amazonica.v9i1.5485>
 25. Burigo AC, VAZ BA, Londres F. et al. Caderno de estudos: saúde e agroecologia. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; ANA; ABA-Agroecologia, 2019. Cadernos de estudos: saúde e agroecologia. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; ANA; ABA-Agroecologia, 2019; 1: <https://gc.aksaam.ufr.br/xmlui/handle/123456789/102>
 26. Burlingame B, Dernini Sandro. Sustainable Diets and Biodiversity: Directions and Solutions for Policy, Research and Action. Food and Organization of the United Nation – FAO: Rome, 2010. <https://doi.org/10.1017/S136898001500021X>
 27. Sonnino R. Translating sustainable diets into practice: the potential of public food procurement. *Redes* 2019; 24 (1): 14 – 29. <https://doi.org/10.17058/redes.v24i1.13036>
 28. Martinelli SS, Cortese R Dal M, Cavalli SB. Contribuições de guias alimentares para uma alimentação saudável e sustentável. In: PREISS, Potira V, Schneider S, Coelho-de-Souza, G. A Contribuição Brasileira à Segurança Alimentar e Nutricional sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020 p.53-68 <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/211291/001115755.pdf>
 29. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar para População Brasileira. 2. ed. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2014, p. 18. En: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf
 30. Morgan Kevin, Sonnino R. The School Food Revolution: Public Food and the Challenge of Sustainable Development. London: Earthscan, 2013. En: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=liiAQ6x2FQYC&oi=fnd&pg=PP1&dq=30.%09MORGAN,+Kevin%3B+SONNINO,+Roberta.+The+School+Food+Revolution:+Public+Food+and+the+Challenge+of+Sustainable+Development.+London:+Earthscan,+2013.&ots=UvPO9Fn2ZS&sig=Nd_pHaot3Sdb2EiEIaUDGvTF2Qk#v=onepage&q&f=false
 31. Triches RM, Schneider S. Alimentação escolar e agricultura familiar: Reconectando o consumo a produção. *Saúde e Sociedade*, 2010; 19 (4): 933–945, <https://doi.org/10.1590/S0104-12902010000400019>
 32. Ferigollo D, Kirsten VR, Heckler D, Torres Figueredo OA, Perez-Cassarino J, Triches RM. Aquisição de produtos da agricultura familiar para alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul. *Rev Saude Publica*. 2017;51(6): 1-10. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051006648>
 33. Brasil. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Boas Práticas de Agricultura Familiar para a alimentação escolar. Brasília-DF: FNDE, 2017b. En: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pnae/manuais-e-cartilhas/boas-praticas-de-agricultura-familiar-para-a-alimentacao-escolar>
 34. Simonetti MG; Simonetti KTG, Fariña LO de. Biodiversidade como sustentabilidade: possibilidade de mercados para plantas alimentícias não convencionais (PANC). *Braz J Develop* 2021; 7 (4), 35330–35348. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-139>.
 35. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Interministerial MAPA/MMA nº 10, de 21 de julho de 2021. Institui lista de espécies nativas da sociobiodiversidade de valor alimentício, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados. *Diário Oficial da União*, 2021. En: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-mapa-mma-n-10-de-21-de-julho-de-2021-333502918>
 36. Jacob M, Cintra N, Almeida A. Culinária selvagem: saberes e receitas de plantas alimentícias não convencionais. Natal, RN: EDUFN, 2020. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/30669>
 37. Magalhães FEL, Maynard D da C, Mendonça KAN, Vilela JS, Almeida AG de, Almeida SG de. Análise e aceitação da utilização de pães na receita de pão com ora-pro-nóbis em jovens de um centro universitário de Brasília / Analysis and acceptance of the use of pães in ora-pro-nóbis bread recipe in youth of a Brasilia university center. *Braz. J. Develop*. 2019; 5 (10): 17659-17669. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-38>
 38. Zafra Aparici E, Educación alimentaria: salud y cohesión social. *Salud Colectiva* 2017; 13(2): 295-306. <http://dx.doi.org/10.18294/sc.2017.1191>
 39. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Alimentos regionais brasileiros / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da saúde, 2015. En: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos_regionais_brasileiros_2ed.pdf
 40. Bastos JS, Martinez EA, Souza SMA de. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) comercial: efeito da concentração. *J Bioen Food Sci*. 2016; 03(1): 11-16. <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v3i1.48>

Recibido: 25/04/2023
Aceptado: 20/06/2023

Association between ultraprocessed food consumption and obesity in US adults: an analysis of NHANES 2009-2018.

Stephani F. Mashki¹ , Mariane H. de Oliveira¹ , Débora B. dos S. Pereira¹ ,
Graciela C. Gregolin¹ , Wolney L. Conde¹ .

Abstract: Association between ultraprocessed food consumption and obesity in US adults: an analysis of NHANES 2009-2018. Introduction. We propose the following hypothesis: ultraprocessed foods in the global food supply contribute to the worldwide increase in obesity. **Objective.** To analyze the association between a higher consumption of ultraprocessed foods and the obesity in adulthood in the United States. **Materials and methods.** United States National Survey of Health and Nutrition Examination (NHANES) (2009-2018) data were used. We included subjects of both sexes, aged between 18-64 years old, with anthropometric, health, income, race/ethnicity and physical activity (PA) data. The association between the ultraprocessed food intake and obesity was calculated using a binomial logistic regression. In addition, we also evaluated a subsample with subjects who did not consume more than their adequate daily energy requirements. **Results.** We evaluated 13,310 subjects in total, and 4,788 in our subsample. Of these 33% were committed to obesity, and in the subsample the prevalence was even higher, around 49%. In our analysis, we found five factors (ultraprocessed food consumption, sex, age, race/ethnicity, and sedentary lifestyle) that were positively associated with the development of obesity. Compared to subjects who consumed less than 20% of ultraprocessed foods, subjects who consumed between 20 to 40% of ultraprocessed food had 16% more odds of developing obesity [95%CI:1.06-1.26]. For the subsample, the odds were even higher, being around 27% [95%CI:1.11-1.46]. **Conclusions.** Our results showed a positive association between obesity and the amount of ultraprocessed food consumption, even though, in those who consumed no more than their adequate daily energy requirements. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 113-121.**

Keywords: obesity; adult; industrialized foods; food consumption; food Industry; sedentary behavior.

Resumen: Asociación entre consumo de alimentos ultraprocessados y obesidad en US adultos: un análisis de NHANES 2009-2018. Introducción. La hipótesis planteada es que los alimentos ultraprocessados contribuyen al aumento de la obesidad a nivel global. **Objetivo.** Analizar la asociación entre un mayor consumo de alimentos ultraprocessados y la obesidad en adultos en Estados Unidos. **Materiales y métodos:** Se utilizaron datos de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición de los Estados Unidos (NHANES) (2009-2018). Se incluyeron individuos de 18 a 64 años de ambos sexos, con datos antropométricos, de salud, ingresos, raza/etnia y actividad física. La asociación entre la ingesta de alimentos ultraprocessados y la obesidad se calculó utilizando un modelo de regresión logística binomial. Además, evaluamos una submuestra con sujetos que no consumieron más que sus requerimientos energéticos diarios adecuados. **Resultados.** Evaluamos 13.310 sujetos en total y 4.788 en nuestra submuestra. De estos, el 33% comprometidos con la obesidad, y en la submuestra la prevalencia era aún mayor, alrededor del 49%. En nuestro análisis encontramos cinco factores (consumo de alimentos ultraprocessados, sexo, edad, raza/etnia y sedentarismo) asociados positivamente con el desarrollo de obesidad. En comparación con los sujetos que consumían menos del 20% de los alimentos ultraprocessados, aquellos que consumían entre el 20 y el 40 % de los alimentos ultraprocessados tenían un 16% más de probabilidades de desarrollar obesidad [95%IC: 1,06-1,26]. Para la submuestra, las probabilidades fueron aún mayor, rondando el 27% [95%IC: 1,11-1,46]. **Conclusiones.** Nuestros resultados mostraron una asociación positiva entre la obesidad y la cantidad de consumo de alimentos ultraprocessados, incluso en aquellos que no superaron sus requerimientos energéticos diarios adecuados. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 113-121.**

Palabras clave: obesidad; adulto; alimentos Industrializados; ingestión de alimentos; agroindustria; conducta sedentaria.

Introduction

Obesity is a public health issue with increasing prevalence. According to the World Obesity Atlas 2023, it is estimated that by 2035, the prevalence

¹Department of Nutrition, School of Public Health – University of São Paulo, São Paulo, Brazil.
Autor para la correspondencia: Stephani Filgueiras Mashki, e-mail: smashki@usp.br



of obesity in the United States (US) will reach 58% of the population (1). Obesity is positively associated with the rise in the prevalence of non communicable diseases (NCDs), which has been reported by several studies in the last decades in the United States (2). Approximately 22.72% of the burden of NCDs could have been attributable to overweight in adulthood (3).

Obesity is a multifactorial disease, being also affected by changes in the global food system, particularly the expansion in the variety and amount of ultraprocessed foods available in the world's food supply and corresponding changes in eating behaviors (4). The ultraprocessed foods are manufactured with substances extracted from foods or synthesized in laboratories (dyes, flavorings, and other additives), high amounts of fat, sugar, and salt and a high energy density and low fiber content (5). Besides that, these food products are also extremely palatable and habit-forming, convenient, sold in large portion sizes, and aggressively advertised and marketed (6–8).

The NOVA classification system is a tool to categorize foods according to the extent of food processing in four groups: unprocessed and minimally processed foods, processed foods, ultraprocessed food products and food industry ingredients (9–11). In addition, a higher proportion of ultraprocessed foods in the diet, greater than 20%, in comparison with lower consumption, was associated with an increased risk of obesity in several countries (4). This generates a negative impact on dietary quality (2).

Several studies point out that higher ultraprocessed food intake was associated with excessive weight gain, and a higher risk for developing obesity (3, 5, 12–15). Furthermore, other studies point out an association between food processing and the risk of increased adiposity tissue (4, 16). Besides that, the high consumption of ultraprocessed foods is also related with the development of NCDs (2,17).

Therefore, the aim of this study is to analyze the association between a higher

consumption of ultraprocessed foods and the obesity in adulthood in the United States, even though in subjects who consume no more than their adequate daily energy requirements.

Materials and Methods

Study Design and Population

This is a cross-sectional study conducted according to the STROBE guidelines (18). Data from NHANES from 2009 to 2018 was used in this study. NHANES is a cross-sectional study conducted every two years since 1999, that aims to assess and to monitor the nutritional and health status of the United States population, who are not institutionalized. NHANES evaluates biochemical, physical, lifestyle, anthropometric, nutritional, clinical, and sociodemographic data (19,20). Trained health professionals that follow a standardized protocol are responsible for collecting the NHANES data (19–21). The data that support the findings of this study are openly available in NHANES Data Portal repository at [<https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/>].

In this study, subjects of both sexes, aged between 18-64 years old, with anthropometric, health, income, race/ethnicity, and PA data were selected. As applied in another study, pregnant women and subjects with cognitive inability or conditions that prevented the application of the questionnaire, and the anthropometric screening were excluded (21).

Food consumption

An average of the 24-hour food recall of two days was used to evaluate the food consumption. Subjects who were on a special diet or who were consuming less than an average of 500 calories (kcal) per day were excluded from our analysis.

In addition, we selected a subsample with subjects who were not consuming more than the upper limit of their recommended daily calorie intake based on the average of two days. For this, the subject recommended daily calorie intake was calculated using the kcal per kilo (Kg) recommended by the Martins and Cardoso (22). This is calculated according to subject nutritional status (based on the Body Mass Index) and consists of multiplying the recommended kcal value by weight. Upper and lower limits were established as 5% more or less of this calculated kcal value. The recommended kcal per kg according to the Body Mass Index (BMI) values are shown in Table 1.

Table 1. Calorie intake recommendation daily according to the weight goal.

Goal	Recommendation
For weight loss	20 – 25 Kcal/kg of weight
For weight maintenance	25 – 30 Kcal/kg of weight
For weight gain	30 – 35 Kcal/kg of weight

Source: adapted from Martins and Cardoso, 2000 (22).

For the food category classification, the NOVA classification system proposed by Monteiro (9–11) was used. This classification is a new tool to categorize foods according to the extent of food processing: unprocessed and minimally processed foods, processed foods, ultraprocessed foods and processed culinary ingredients. The amount of each type of food was performed considering the total of food grams intake (average of 2 days) and the total of each food category consumed by the participants. The ultraprocessed food consumption was classified into one of the following categories: a) less than 20%; b) $\geq 20\%$ e $< 40\%$; c) $\geq 40\%$ e $< 60\%$ and $\geq 60\%$.

Nutritional Status and Physical Activity level evaluation

Height and weight measurements were self-reported by the participants and the nutritional status was calculated according to the BMI formula, which consists of dividing the weight in kilograms by the squared height in meters (21, 23). It was classified according to the World Health Organization (WHO), 2000, reference values (24). To carry out the analyses, we categorized obesity by BMI $\geq 30\text{kg/m}^2$, as proposed by WHO, 2000 (24).

The physical activity (PA) level was assessed according to WHO (2010)(25) reference values. It was considered that met the physical activity guidelines when subjects practiced 150 minutes or more of moderate or intense PA per week, or at least 75 minutes of higher intensity PA and that they did not meet the physical activity guidelines if the practice of PA were non-existent or below the recommendations.

Statistical analysis

The descriptive analyses of the data were presented as proportions. The association between obesity and the amount of ultraprocessed food consumption was calculated through the binomial logistic regression

(26). The model was adjusted for sex (male, female), age as a continuous variable (years), race/ethnicity (Hispanics, non-Hispanic Whites, non-Hispanic Blacks, and other races), and physical PA (Meets or does not meet the physical activity guidelines). We also tested the adjustment for education level and according to the NHANES waves, but they did not show significance in our model, being removed from the analysis.

The quality of the model fit was assessed using the Hosmer and Lemeshow test (1980). This test analyzes the model through the distance between the adjusted probability and the observed probabilities and it determines that the model fit is adequate when the p -value is greater than 0.05. All statistical analyses were performed using software R, version 4.0, at a significance level of 0.05 and a 95% confidence interval (CI).

Results

After applying the inclusion and exclusion criteria, 13,310 subjects were selected in total, and for the subsample remained 4,788 subjects, as shown in Figure 1.

Our sample was composed of half men and half women, with subjects aged between 50 to 64 years old (34.5%) and from the race/ethnicity of non-Hispanic Whites (38.1%). Regarding the education and physical activity levels, 58.0% had college or higher education and 86.6% did not meet physical activity guidelines. In our subsample, the majority was female (59.9%), in the age group of 50 to 64 years old (39.6%) and non-Hispanic White (35.9%). In addition, 56.1% of this subgroup had college or higher education and 89.0% did not meet physical activity guidelines. Sociodemographic data and lifestyle conditions are described in Table 2, while the nutritional status is shown in Figure 2 and Figure 3.

Regarding the daily ultra-processed food consumption 39.1% of the sample intake less than 20%, 33.5% intake between ≥ 20 to $< 40\%$, 16.6% intake between ≥ 40 to $< 60\%$, and 10.2% intake $\geq 60\%$.

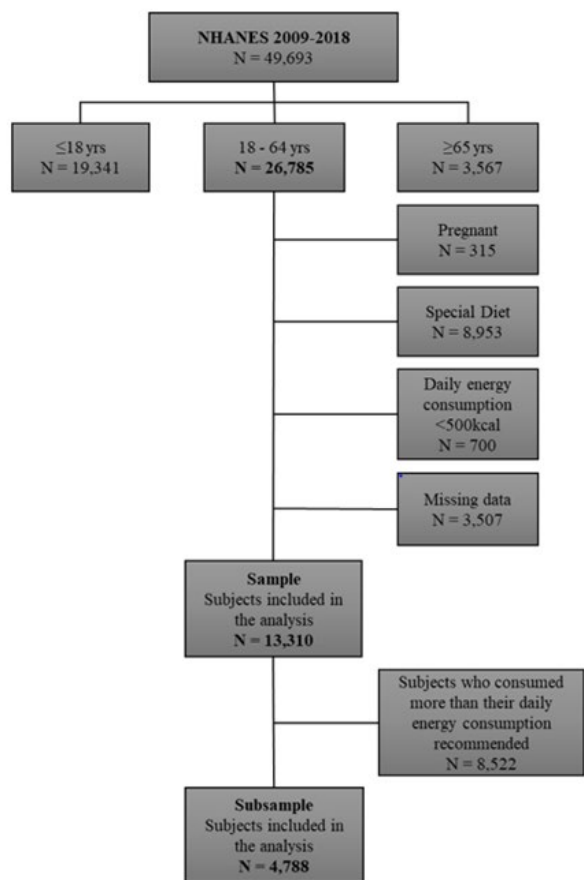


Figure 1. Selection and design of the study sample. NHANES: 2009-2018.

For every 1-year increase in age, the OR of developing obesity increases around 1% [95% CI:1.01–1.01] and women presented an increased OR of 18% when compared to men [95% CI: 1.09 – 1.27]. Regardless of race/ethnicity, being a non-Hispanic Black had 34% more odds for obesity [95% CI: 1.22–1.47] than non-Hispanic Whites, while Hispanics had even a higher odd(61%) [95% CI: 1.46–1.76]. Furthermore, the OR was increased by 26% in subjects who did not meet physical activity guidelines [95% CI:1.12–1.4].

Our analyses show a higher consumption of ultraprocessed foods is positively associated with the development of obesity, even among subjects who did not consume more than their recommended daily calorie intake. Compared to subjects who consumed less than 20% of ultraprocessed foods, subjects

Table 2. Characterization of the study population. NHANES (2009-2018).

Variables	Sample (n=13,310)		Subsample (n=4,788)	
	n	%	n	%
Sex				
Male	6,670	50.1	1,920	40.1
Female	6,640	49.9	2,868	59.9
Age				
20 <30y	2,832	21.3	891	18.6
30 <40y	2,905	21.8	945	19.7
40 <50y	2,985	22.4	1,056	22.1
50 <65y	4,588	34.5	1,896	39.6
Race/ethnicity				
Non-Hispanic White	5,067	38.1	1,720	35.9
Non-Hispanic Black	3,293	24.7	1,099	22.9
Hispanics (Mexican/others)	3,032	22.8	1,348	28.2
Others	1,918	14.4	621	13.0
Education level				
Less than high school	2,499	18.8	950	20.0
High school	3,086	23.2	1,150	24.0
College or higher	7,725	58.0	2,688	56.0
Meets physical activity guidelines				
Yes	1,786	13.4	527	11.0
No	11,524	86.6	4,261	89.0

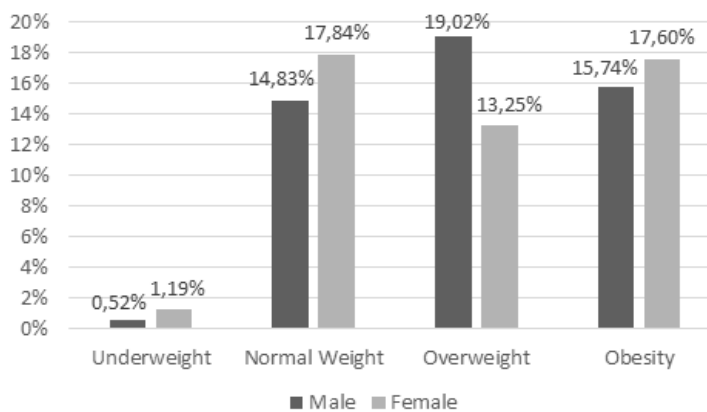


Figure 2. Nutritional status of the sample. NHANES (2009-2018).

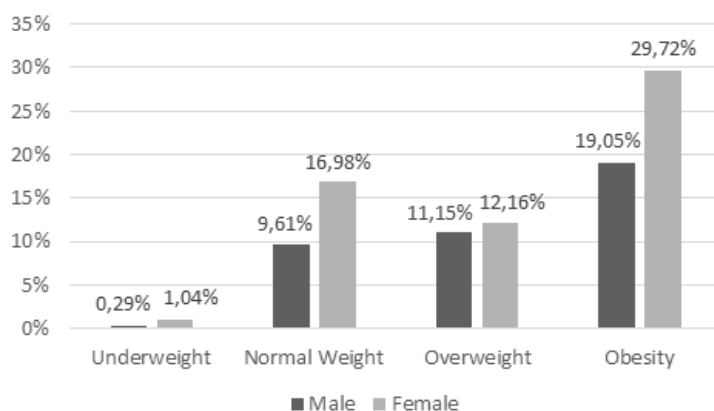


Figure 3. Nutritional status of the subsample. NHANES (2009-2018).

who consumed between 20 to 40% of ultraprocessed food had 16% more odds for developing obesity [95% CI:1.06–1.26]. For the subsample the odds were even

higher being around 27% [95% CI:1.11–1.46]. For those who consumed between 40 to 60%, the OR was increased by 34% [95% CI:1.20–1.49]. In the subsample it was even higher, around 51% [95% CI: 1.27–1.81]. Subjects who had daily food consumption based mostly on ultraprocessed foods (>60%) had 55% odds to develop obesity [95% CI:1.36–1.76]. In the subsample, the OR was increased by 80% [95% CI:1.46–2.24].

The odds of obesity according to the food consumption type and sociodemographic data is shown in Table 3. Regarding the model fit applied, the Hosmer and Lemeshow test (1980), showed a *p*-value of 0.83 for the sample and 0.06 for the subsample, which indicates a good fit of the models applied in this study.

Table 3. Odds Ratios of obesity in adults, according to the amount of ultra-processed foods consumed. binomial logistic regression adjusted for sex, age, race/ethnicity, physical activity level. NHANES (2009-2018).

Predictors	Obesity (BMI ≥ 30Kg/m ²)			Obesity (BMI ≥ 30Kg/m ²)		
	OR	CI (95%)	<i>p</i>	OR	CI (95%)	<i>p</i>
(Intercept)	0.16	0.13 – 0.19	<0.001	0.46	0.33 – 0.63	<0.001
Food Consumption						
Ultra-processed food <20%	1	-	-	1	-	-
Ultra-processed food ≥20 to <40%	1.16	1.06 – 1.26	0.001	1.27	1.11 – 1.46	0.001
Ultra-processed food ≥40 to <60%	1.34	1.20 – 1.49	<0.001	1.51	1.27 – 1.81	<0.001
Ultra-processed food ≥60	1.55	1.36 – 1.76	<0.001	1.80	1.46 – 2.24	<0.001
Sex						
Male	1	-	-	1	-	-
Female	1.18	1.09 – 1.27	<0.001	1.06	0.94 – 1.19	0.350
Age	1.01	1.01 – 1.01	<0.001	1	1.00 – 1.01	0.056
Race/ethnicity						
White Non-Hispanics	1	-	-	1	-	-
Black Non-Hispanics	1.34	1.22 – 1.47	<0.001	1.18	1.01 – 1.38	0.034
Hispanic (Mexican/others)	1.61	1.46 – 1.76	<0.001	1.56	1.35 – 1.81	<0.001
Others	0.43	0.38 – 0.49	<0.001	0.38	0.31 – 0.47	<0.001
Meets physical activity guidelines						
Yes	1	-	-	1	-	-
No	1.26	1.12 – 1.41	<0.001	1.26	1.04 – 1.53	0.018
R ²	0.044			0.053		

Reference category: 1; BMI: Body Mass Index

Discussion

Our findings indicate a positive association between ultraprocessed foods and the odds of developing obesity, even though among subjects who consume their daily energy requirements. This suggests that the quality of diet and a sedentary lifestyle are more related to obesity than just caloric intake, as point out in other studies (14,27–30).

According to the studies conducted by Swinburn *et al.* (31) and Rauber *et al.* (32) the major factor that increases in obesity in high- and low-income countries is the changes in the global food system. This indicates the production of more ultraprocessed, accessible, and marketable foods, and consequently, lead to excessive consumption of these foods (31,32).

Studies that evaluated the high consumption of ultraprocessed foods and food containing high glycemic load and/or carbohydrates and/or fats and/or sodium showed a high risk for developing obesity. This condition is related to several diet-related NCDs, such as type II diabetes, hypertension, and some type of cancers (29,33).

When we compared the differences of obesity OR among men and women, our analyses suggested that women had a higher odd to develop it than men as found out in other studies (34–36). Moreover, a study showed that hormonal factors and changes in body composition throughout lifespan increased the incidence of obesity in women. It is also associated with changes in the reproductive cycle with reduced fertility, as well as an increased risk of polycystic ovary syndrome (PCOS) and infrequent or absent ovulation. Women committed to overweight and PCOS are more susceptible to develop insulin resistance and/or type II diabetes in later life (35).

In our study, we found out a positive association between age and obesity. Regarding to this, a systematic review showed that obesity risk increases along with age (37). In addition, this study also pointed out differences according to the income level of the countries (37). It showed that young adults in developing

countries have an average weight gain of 1 kg/year greater than young adults from developed countries (0.4–0.9 kg/year)(37).

Another factor that contributes to the incidence of obesity is ethnicity. Studies show a relationship between poor socioeconomic status with black or mixed color/race (38) and worse health outcomes (39), which includes obesity (40, 41), that confirms the results found in this study. However, a higher income level may indicate greater food power purchasing, being also a odds factor for obesity(42).

Regarding factors at an individual level, lifestyle contributes significantly to the incidence of obesity. According to Swinburn *et al.* (31) lack of physical activity is a determinant of the behavior that contributes to this condition, which corroborates to the findings of this study. Furthermore, the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice guidelines and the Obesity Society (AHA/ACC/TOS) guidelines recommend a loss of 3–5% of weight for the management of obesity in adults (43). In this context, practice of PA is important, because it increases the metabolic rate, which results in energy expenditure and weight loss (44).

The Centers for Disease Control and Prevention (CDC) indicates that maintaining a regular frequency of PA helps to reduce high blood pressure, the risk of type II diabetes, heart attack, stroke, several types of cancer, arthritis pain, osteoporosis, falls, and symptoms of depression and anxiety (45). Moreover, a study conducted by Silva *et al.* (46) with 506 adults (≥ 20 years) in the city of Brasília (Brazil) point out an inversely association between the consumption of ultraprocessed foods and the time of physical activity. People committed by overweight or obesity who do not follow the guidelines recommendation had a higher ultraprocessed food intake than normal weight adults or subjects who met the PA guidelines (46).

Additionally, a review study showed that the association between physical inactivity and obesity goes beyond energy balance (47), indicating that physical inactivity is positively associated with adiposity. It affects the mechanisms of satiety and appetite control (47). This occurs because low levels of physical activity generated appetite signals fail and the body does not recognize that it is being overfed (47).

The strengths of this study are: we used data from NHANES, which is a representative sample of the United States population, and that follows a rigorous

methodological process capable of guaranteeing the reliability and reproducibility of the data; we used a new food classification system which considers the food composition and the type of food processing. Our analyses were conducted also in a subsample composed just of subjects who did not consume more than their recommended daily calorie intake, and the results were also consistent in this group. Besides that, there are some limitations: memory bias in the information in the 24-hour food recall, once it depends on the participant's memory to remember the food intake and their amounts, which can cause underestimation on food intake; we just assessed 2 days of food consumption, which may not reflect on the food routine of the subjects; the possibility of error in classifying foods based on the level of processing must also be considered, due to the difficulty of contextualizing the food preparation itself. Additionally, the NOVA classification focuses on the extent of food processing and does not take into consideration other factors such as the nutritional composition of the food.

Conclusions

This is a study using representative data from the US adult population between 2009 and 2018 that evaluated the association between obesity and consumption of ultraprocessed foods. Our results showed a positive association between ultraprocessed foods and developing obesity, even though among subjects who consume no more than their daily energy requirements. In this way, the quality of food consumption seems to be more related to obesity than the calories intake by itself, which suggests a need to review the approach in the assessment of food intake in people affected by overweight and obesity.

Considering the increasing prevalence of obesity worldwide, which is associated with various NCDs and directly related to lifestyle factors, including the consumption of ultraprocessed foods, the results of this study highlight the importance of public health policies that targeted dietary guidelines, with the goal of reducing this type of food.

Acknowledgements

We are grateful to subjects who took part in the

National Health and Nutrition Examination Survey, and to the Centers for Disease Control and Prevention for making these datasets available to researchers. Data Sharing: Data described in the manuscript, code book, and analytic code will be made available upon request pending.

Funding

This work was supported in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brazil [CAPES] – Finance Code 001 under Grant 88887.461765/2019-00, 88887.356471/2019-00.

Conflict of interest:

The authors report no conflicts of interest.

Referencias














1. Lobstein T, Brinsden H, Neveux M, Cavalcanti OB, Barquera S, Baur L, et al. World Obesity Atlas 2022. p. 288. https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/World_Obesity_Atlas_2022_WEB.pdf
2. Baraldi LG, Martinez Steele E, Canella DS, Monteiro CA. Consumption of ultraprocessed foods and associated sociodemographic factors in the USA between 2007 and 2012: Evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*; 2018;8(3): e020574. doi: 10.1136/bmjopen-2017-020574.
3. dos Santos Pereira DB, Conde WL. Overweight and obesity in adulthood, sociodemographic factors, lifestyle, and the early burden of noncommunicable diseases among Americans: NHANES 2007–2018. *American Journal of Human Biology*. 2023; e23905. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23905>
4. Neri D, Martínez-Steele E, Khandpur N, Levy R. Associations Between Ultraprocessed Foods Consumption and Indicators of Adiposity in US Adolescents: Cross-Sectional Analysis of the 2011–2016 National Health and Nutrition Examination Survey. *J Acad Nutr Diet*. 2022;122(8):1474–1487.e2. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2022.01.005>.
5. Mendonça RDD, Pimenta AM, Gea A, de La Fuente-Arrillaga C, Martínez-Gonzalez MA, Lopes ACS, et al. Ultraprocessed food consumption and risk of overweight and

- obesity: The University of Navarra Follow-Up (SUN) cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2016;104(5):1433–1440. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.135004>.
6. Ludwig DS. Technology, Diet, and the Burden of Chronic Disease. *JAMA.* 2011;305(13):1352–3. doi: 10.1001/jama.2011.380.
 7. Moodie R, Stuckler D, Monteiro C, Sheron N, Neal B, Thamarangsi T, et al. Profits and pandemics: Prevention of harmful effects of tobacco, alcohol, and ultraprocessed food and drink industries. *Lancet.* 2013;381(9867):670–9. doi: 10.1016/S0140-6736(12)62089-3.
 8. Louzada ML da C, Baraldi LG, Steele EM, Martins APB, Canella DS, Moubarac JC, et al. Consumption of ultraprocessed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults. *Prev Med.* 2015; 81:9–15. doi: 10.1016/j.ypmed.2015.07.018.
 9. Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, Castro IRR, Cannon Geoffrey. A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. *Cad Saude Publica.* 2010;26(11):2039–2049. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2010001100005>.
 10. Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M, Laura Da Costa Louzada M, Machado PP. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>
 11. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac JC, Louzada MLC, Rauber F, et al. Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. Vol. 22, *Public Health Nutrition.* Cambridge University Press; 2019. p. 936–41.
 12. Rauber F, Steele EM, da Costa Louzada ML, Millett C, Monteiro CA, Levy RB. Ultraprocessed food consumption and indicators of obesity in the United Kingdom population (2008–2016). *PLOS ONE.* 2020;15(5). doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232676>.
 13. Canhada SL, Luft VC, Giatti L, Duncan BB, Chor D, Fonseca MDJMD, et al. Ultraprocessed foods, incident overweight and obesity, and longitudinal changes in weight and waist circumference: The Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Public Health Nutr.* 2020;23(6):1076–1086. doi: 10.1017/S1368980019002854.
 14. Askari M, Heshmati J, Shahinfar H, Tripathi N, Daneshzad E. Ultraprocessed food and the risk of overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Int J Obes (Lond).* 2020;44(10):2080–2091. doi: 10.1038/s41366-020-00650-z.
 15. Moradi S, Entezari MH, Mohammadi H, Jayedi A, Lazaridi AV, Kermani M ali H, et al. Ultraprocessed food consumption and adult obesity risk: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2021;63(2):249–260. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1946005>.
 16. Konieczna J, Morey M, Abete I, Bes-Rastrollo M, Ruiz-Canela M, Vioque J, et al. Contribution of ultraprocessed foods in visceral fat deposition and other adiposity indicators: Prospective analysis nested in the PREDIMED-Plus trial. *Clin Nutr.* 2021;40(6):4290–4300. doi: 10.1016/j.clnu.2021.01.019.
 17. Jardim MZ, Costa BV de L, Pessoa MC, Duarte CK. Ultra-processed foods increase noncommunicable chronic disease risk. *Nutr Res.* 2021; 95:19–34. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.08.006>
 18. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol.* 2008 Apr;61(4):344–349. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008>
 19. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Health and Nutrition Examination Survey: 1999–2020 Survey Content Brochure. https://wwwn.cdc.gov/nchs/data/nhanes/survey_contents.pdf
 20. Zipf G, Chiappa M, Porter KS, Lewis BG, Ostchega Y, Dostal J. National Health and Nutrition Examination Survey: Plan and operations, 1999–2010. *Vital Heal Stat 1.* 2013; (56): 1–37. PMID: 25078429.
 21. Pereira DS, Oliveira MH, Conde WL. Overweight and Risk of Noncommunicable Diseases in Adulthood: An Analysis of NHANES IV 2015–2016. *J Am Nutr Assoc.* 2022; 41(4): 392–398. <https://doi.org/10.1080/07315724.2021.1891586>
 22. Martins C, Cardoso SP. Enteral and parenteral nutrition therapy. *Technical Routine Manual.* Curitiba (PR/Brazil): Nutroclínica; 2000. p. 445. Available in: <https://bvsa.org/centros/?search=BR67.1&prefix=search&lang=pt>
 23. Westphal P, Ferreira C, Adamczeski M, et al. Relationship between Quételet's body mass index and Trefethen's Revista CPAQV. 2016;8(3):1–6. Available in: [https://www.cpaqv.org/revista/CPAQV/ojs2.3.7/index.php?journal=CPAQV&page=article&op=viewFile&path\[\]=125&path\[\]=101](https://www.cpaqv.org/revista/CPAQV/ojs2.3.7/index.php?journal=CPAQV&page=article&op=viewFile&path[]=125&path[]=101)
 24. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva (Switzerland): World Health Organization; 2000. Report No.: 894. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>.
 25. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva, Switzerland: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2010. Available from: <https://www.who.int/publications/item/9789241599979>
 26. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2020. Available from: <https://www.R-project.org/>.
 27. Marti Del Moral A, Calvo C, Martínez A. Consumo de alimentos ultraprocessados y obesidad: una revisión sistemática. *Nutr Hosp.* 2021; 38(1):177–185. <https://doi.org/10.20960/nh.03151>
 28. Fiolet T, Srour B, Sellem L, et al. Consumption of ultraprocessed foods and cancer risk: Results from NutriNet-Santé prospective cohort. *BMJ.* 2018; 360:k322. <https://doi.org/10.1136/bmj.k322>.

29. Louzada MLDC, Ricardo CZ, Steele EM, Levy RB, Cannon G, Monteiro CA. The share of ultraprocessed foods determines the overall nutritional quality of diets in Brazil. *Public Health Nutr.* 2018;21(1):94-102. <https://doi.org/10.1017/s1368980017001434>
30. Moubarac JC, Batal M, Louzada ML, Martinez Steele E, Monteiro CA. Consumption of ultraprocessed foods predicts diet quality in Canada. *Appetite.* 2017; 108:512-520. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.11.006>
31. Swinburn BA, Sacks G, Hall KD, McPherson K, Finegood DT, Moodie ML, et al. The global obesity pandemic: Shaped by global drivers and local environments. 2011;378(9793):804-814. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(11\)60813-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(11)60813-1)
32. Rauber F, Louzada MLC, Steele EM Millett C, Monteiro CA, Levy RB. Ultraprocessed food consumption and chronic non-communicable diseases-related dietary nutrient profile in the UK (2008–2014). *Nutrients.* 2018;10(5):587. <https://doi.org/10.3390/nu10050587>
33. Vandevijvere S, Monteiro C, Krebs-Smith SM, et al. Monitoring and benchmarking population diet quality globally: A step-wise approach. *Obes Rev* 2013; 14 (Suppl 1):135-149. doi: <https://doi.org/10.1111/obr.12082>.
34. di Cesare M, Bentham J, Stevens GA, Zhou B, Danaei G, Lu Y, et al. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: A pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet.* 2016;387(10026):1377–1396. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30054-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30054-x)
35. Templeton A. Obesity and Women's Health. *Facts Views Vis Obgyn.* 2014;6(4):175-176. PMID: PMC4286855.
36. Juul F, Martinez-Steele E, Parekh N, Monteiro CA, Chang VW. Ultraprocessed food consumption and excess weight among US adults. *Br J Nutr.* 2018;120(1):90–100. <https://doi.org/10.1017/s0007114518001046>
37. Poobalan A, Aucott L. Obesity Among Young Adults in Developing Countries: A Systematic Overview. *Curr Obes Rep.* 2016;5(1):2–13. <https://doi.org/10.1007/s13679-016-0187-x>
38. Araújo EM, Costa MCN, Hogan VK, Araújo TM, Batista A, Oliveira LOA. The use of the race/color variable in Public Health: possibilities and limitations. *Interface - Comunic Saude, Educ* 2009;5(31):383-394. <https://doi.org/10.1590/S1414-32832009000400012>.
39. Barros MBAB, Francisco PMSB, Zancheta LM, César CLG. Trends in social and demographic inequalities in the prevalence of chronic diseases in Brazil. *PNAD: 2003-2008. Cien Saude Colet.* 2011;16(9):3755-3768. <https://doi.org/10.1590/s1413-81232011001000012>.
40. Agyemang P, Powell-Wiley TM. Obesity and Black Women: Special Considerations Related to Genesis and Therapeutic Approaches. *Curr Cardiovasc Risk Rep* 2013;7(5):378–86. <https://doi.org/10.1007%2Fs12170-013-0328-7>
41. Olinto MTA, Costa JSD, Kac G, Pattussi MP. Epidemiologia da obesidade abdominal em mulheres adultas residentes no sul do Brasil. *ALAN.* 2007;57(4):349-356. Available in: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2007/4/art-7/>
42. Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. Independent Effects of Income and Education on the Risk of Obesity in the Brazilian Adult Population. *J Nutr.* 2001;131(3):881S-886S. <https://doi.org/10.1093/jn/131.3.881S>.
43. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al; American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; Obesity Society. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation.* 2014;129 (25 Suppl 2): S102-138. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee>
44. Kim BY, Choi DH, Jung CH, Kang SK, Mok JO, Kim CH. Obesity and physical activity. *J Obes Metab Syndr.* 2017;26(1):15-22. <https://doi.org/10.7570/jomes.2017.26.1.15>
45. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Physical Activity for a Healthy Weight. 2022. https://www.cdc.gov/healthyweight/physical_activity/index.html.
46. Silva CLD, Sousa AG, Borges LPSL, Costa THMD. Usual consumption of ultraprocessed foods and its association with sex, age, physical activity, and body mass index in adults living in Brasília city, Brazil. *Rev Bras Epidemiol.* 2021;24: e210033. <https://doi.org/10.1590/1980-549720210033>.
47. Hopkins M, Blundell JE. Energy balance, body composition, sedentariness and appetite regulation: Pathways to obesity. *Clin Sci (Lond).* 2016;130(18):1615–1628. <https://doi.org/10.1042/cs20160006>

Recibido: 28/04/2023
Aceptado: 21/06/2023

Efficacy of nutrition therapy with food rich in methionine for treating nonalcoholic fatty liver

Jaime Morales-Romero¹ , María Cristina Ortíz León¹ , Héctor Hernández-Gutierrez² ,
Roberto A. Bahena-Cerón³ , Aidé Miranda-Reza⁴ , José A. Marin-Carmona⁵ ,
Edit Rodríguez-Romero¹ , Silvia I. Mora-Herrera⁶ , Jonathan Garcia-Roman⁷ ,
Julio I. Pérez-Carreón⁸ , Eduardo Rivadeneyra-Domínguez³ , Gabriel Riande-Juárez¹ ,
and Rebeca Garcia-Roman^{1*} .

Abstract: Efficacy of nutrition therapy with food rich in methionine for treating nonalcoholic fatty liver

Introduction. Non-Alcoholic Fatty Liver disease (NAFLD) can lead to Non Alcoholic steatohepatitis (NASH), cirrhosis, and liver cancer. The treatment for NAFLD involves modification of caloric intake and physical activity. NAFLD has a pro-oxidant nature; therefore, it is logical to suppose that the antioxidant methionine can be used as a treatment for this disease. **Aim.** This study aimed to evaluate the effect of high-methionine dietary therapy on patients with NAFLD. **Materials and methods.** A randomized clinical study was conducted over three months. In this study, 121 NAFLD patients participated, and the age of the participants was ≥ 20 years (experimental group included 56 and control group 65), all of whom were randomized and matched by sex, recruited from the ISSSTE hospital in Xalapa, Mexico. The patients were instructed to consume food to cover the recommended methionine daily doses, and the daily amount consumed was calculated. Methionine effect was measured as NAFLD regression and quality of life improvement. **Results.** Nutritional therapy induced NAFLD regression and diminished central fat accumulation, blood pressure, and the fatty liver index. Some parameters, such as liver enzymes, did not change. The quality of life of patients improved after treatment. **Conclusions.** In this study, we show a hepatoprotective effect induced only in three months of changes in the diet, thus, a longer diet may generate more relevant benefits in the resistant parameters of our study. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 122-134.**

Keywords: methionine, NAFLD reversal, and nutrition therapy.

Resumen: Eficacia de la terapia nutricional con alimentos ricos en metionina para el tratamiento de hígado graso no alcohólico.

Introducción. La enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD) puede conducir a la esteatohepatitis no alcohólica (NASH), la cirrosis y el cáncer de hígado. El tratamiento para NAFLD es la modificación de la ingesta calórica y la actividad física. Debido a que NAFLD tiene una naturaleza pro-oxidante; es lógico suponer que el antioxidante metionina puede utilizarse en el tratamiento de esta enfermedad. **Objetivo.** el presente trabajo evaluó el papel de la terapia nutricional con alimentos ricos en metionina en pacientes con NAFLD. **Materiales y Métodos.** Se realizó un ensayo clínico aleatorizado durante tres meses. Participaron en el estudio 121 pacientes con NAFLD con edad ≥ 20 años (56 en el grupo experimental y 65 en el control), todos aleatorizados y pareados por sexo, reclutados de la Clínica Hospital ISSTE en la ciudad de Xalapa, México, en el año 2015. Se instruyó a los pacientes en consumir los alimentos hasta completar la dosis diaria recomendada de metionina y se calculó la cantidad diaria consumida. Su efecto se midió como la regresión de NAFLD y la mejora de la calidad de vida. **Resultados.** La terapia nutricional retrocedió NAFLD; disminuyó la acumulación de grasa central, la presión arterial y el índice de hígado graso. Algunos parámetros, como las enzimas de la función hepática, no se modificaron con el tratamiento. Otro parámetro fue la mejora de la calidad de vida de los pacientes tratados. **Conclusiones.** En este trabajo mostramos un impacto hepatoprotector producido con tan solo tres meses de cambios en la dieta, por lo que una dieta más prolongada podría generar beneficios aún más significativos en los parámetros resistentes en nuestro protocolo. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 122-134.**

Palabras clave: metionina, reversión de NAFLD y terapia nutricional.

¹Institute of Public Health, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, Mexico. ²ISSSTE Hospital Clinic, Xalapa, Veracruz, Mexico. ³Faculty of Biological Pharmaceutical Chemistry, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, Mexico. ⁴Faculty of Statistics and Informatics, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. ⁵Faculty of Biology, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, Mexico. ⁶Metabolomics and Proteomics Unit. Institute of Biomedical Research UNAM,

México City, Mexico. ⁷Faculty of Medicine Poza Rica-Tuxpan Region, Universidad Veracruzana, Poza Rica, Veracruz, Mexico. ⁸Laboratory of Hepatic Diseases, National Institute of Genomic Medicine (INMEGEN), Mexico City, Mexico. Autor para la correspondencia: Rebeca García-Román, PhD, e-mail: rebgarcia@uv.mx



Introduction

Being overweight and obese are risk factors for non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), also known as metabolic dysfunction-associated fatty liver disease (MAFLD) (1). In the USA, the prevalence of this disease among Hispanics of Mexican ancestry is 22%, one of the highest (2). Simple steatosis is a benign stage but can be aggravated to non-alcoholic steatohepatitis (NASH) when it converges with inflammation (3). The primary treatment for NAFLD is diet modification, weight loss (5-10%), and a moderate increase in physical activity (150 - 200 min / week) (4). However, neither weight reduction nor body mass index (BMI) produced by caloric restriction is essential for reducing the content of liver fat that can restore its function (5). Currently, there is no specific diet for the treatment of NAFLD.

Dietary habits are closely associated with the general state of health. Modifying eating habits is a useful tool for treating insulin resistance, metabolic syndrome, dyslipidemia, and hypertension (6). Changes in the composition and quality of diet can influence the clinical course of NAFLD beyond simple caloric restriction. Furthermore, it could positively influence the quality of life of patients with chronic diseases.

Currently, efforts have been made to identify nutrients and micronutrients that favor the reduction of steatosis, as well as its clinical parameters (7). The Mediterranean diet (MetD) is the most prevalent diet in patients with NAFLD. This includes the consumption of fruits, vegetables, olive oil, cereals, fish, and red wine in countries bordering the Mediterranean Sea.

A review of the effect of MetD in patients with NAFLD showed that the main changes are weight loss, decreased glucose levels, improved steatosis, and reduced BMI, cholesterol, and triglycerides (8). However, parameters that characterize liver damage, such as the AST/ALT ratio, are not diminished, and no conclusive data support the use of MetD as a non-pharmacological treatment for NAFLD. A comparison between the MetD

Score and the International Diet Quality Index (DQI-I) showed better results in DQI-I than the MetD Score, concluding that the consumption of vegetables, legumes, fruits, and nuts produced a reduction of 50% in the risk of NAFLD (9).

Since the pathogenesis of NAFLD is related to oxidative stress and inflammation (10, 11), it is logical to look for antioxidant agents or compounds involved in the redox system that can be used to overcome this condition. Several studies have used antioxidants such as vitamins E, C, and D, resveratrol, anthocyanin, and quercetin (12); however, many of these studies are still in the experimental stages in animals or have not shown conclusive data in humans, so it is necessary to study other agents or diets in clinical trials that can prevent, attenuate, or reverse NAFLD.

Methionine is a source of methyl groups in methylation reactions, including the generation of the main intracellular antioxidant, glutathione (GSH). Methionine is converted to S-adenosyl methionine (SAM), which is essential as a methyl donor for membrane phospholipids (13). Eighty-five percent of all transmethylation reactions and more than 48% of methionine metabolism occur in the liver (14). Therefore, a lack of SAM produces pathological effects. The action of SAM in NAFLD has been studied in several murine models and cell lines and has even been proposed as a possible therapeutic agent in patients with various liver pathologies (15). To date, no human study has evaluated the effect of a dietary strategy based on the consumption of foods high in methionine for the treatment of NAFLD. The objective of this study was to evaluate a diet containing foods rich in methionine for the treatment of non-alcoholic fatty liver.

Materials and methods

We performed a randomized controlled clinical trial in accordance with the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) reporting guidelines. Patients were recruited from April to October 2015 at a clinical hospital of the Institute of Security and Social Services of State Workers (ISSSTE by its acronym is Spanish), which corresponds to a first- and second-level care medical unit located in the city of Xalapa, Mexico. The inclusion criteria were as follows: NAFLD identified through the fatty liver index (FLI) (16) confirmed by liver ultrasound and age ≥ 20 years.

Subjects with cirrhosis, Wilson's disease, viral hepatitis B and C, hepatocarcinoma, or other malignancies were excluded.

The experimental group consisted of nutritional therapy administration of foods with a high content of methionine according to the National Nutrient Database for Standard Reference (USDA) (17), and adapted to the consumption and ordinary cost in the Mexican diet. Supervision was carried out through 24-hour reminders diet during a 3-month follow-up period, where the food consumed, and the quantity were recorded. As the daily requirement of methionine for adults is 260-700 mg (18), patients were instructed to combine foods until they achieved a daily intake of at least 700 mg (Table S1, Supplementary Material).

Through an interview, age, level of education, and economic income were inquired.

Two nutritionists performed the diet instructions and a 24-hour reminder. At the end of the three-month follow-up, the food consumed, daily rations, and the monthly average methionine mg in the food were recorded for subsequent analysis. The control group continued the usual traditional diet. The traditional Mexican diet is composed of grains, legumes, and vegetables, whereas specific food items include maize, beans, and chile. Additionally, maize products, fruits, beverages, fish and seafood, meats, sweets, sweeteners, herbs, and condiments may still play an important role in the traditional Mexican diet (19).

The main outcome variable was NAFLD reversal (FLI < 60). The FLI was calculated using the waist circumference (WC), BMI, gamma-glutamyl transferase (GGT), and triglycerides algorithm, in accordance with Bedogni *et al* (16):

The secondary variables were ALT, AST, GGT, metabolic syndrome criteria (BMI and waist circumference [WC], glucose, total cholesterol, triglycerides, and blood pressure), average daily consumption of methionine in foods, and health-related quality of life.

Through interviews, age, level of education, income, and quality of life were investigated. Variables such as ALT, AST, GGT, glucose, total cholesterol, and triglycerides were measured using photometric

analysis (Cobas c111, Roche, Ltd. Germany). The BMI was calculated using a bioelectrical impedance scale (IITA model TBF-410 GS). Height and WC were measured using a stadiometer and tape measure. All variables were measured at baseline and at the months follow-up in both the groups.

To evaluate health-related quality of life, the SF-36 questionnaire was used to assess physical function, functional/physical role, functional/emotional role, vitality, mental health, social function, body pain, general health, and health transition. This questionnaire was adapted to the Mexican population (20).

Based on the reported FLI mean differences (- 4.36) (21, 22), and with a confidence level of 95% and a power of 90% test, the specified minimum sample size for each group in our study was nine subjects. The sample size was calculated using Epidat: Program for epidemiological data analysis, version 4.2 (July 2016). Subjects were assigned to the experimental or control group using random computer numbers. The groups were matched by sex to ensure an equitable distribution and avoid confounding effects of the sex variable. Four blocks were created: men were assigned to the experimental group, women to the experimental group, men to the control group, and women to the control group.

The researcher who generated the random numbers was unaware of the identity of the study subjects. A second investigator blinded assigned the subjects to the groups. However, due to the nature of the intervention, it was not possible to blind the subjects or supervise nutritional therapy concerning the intervention received. The statistically responsible person did not know the experimental or control group.

A per-protocol analysis was performed on subjects who completed follow-up for three months without interruption. Patients who

$$FLI = \left(\frac{e^{0.935 \cdot \log(\text{triglycerides}) + 0.139 \cdot BMI + 0.718 \cdot \log(GGT) + 0.053 \cdot \text{waist circumference} - 15.745}}{1 + e^{0.935 \cdot \log(\text{triglycerides}) + 0.139 \cdot BMI + 0.718 \cdot \log(GGT) + 0.053 \cdot \text{waist circumference} - 15.745}} \right) * 100$$

dropped out of the study during follow-up were analyzed by intention-to-treat.

Student's t test was used to compare means, and the chi-square test was used to compare proportions. In the comparison of means at 3 months of follow-up with respect to baseline, a t test for paired groups was used. The frequency of subjects undergoing NAFLD remission at the three-month follow-up was estimated as the cumulative incidence. The comparison of accumulated incidences between groups is presented as relative risk accompanied by a 95% confidence interval. Pearson's correlation coefficient was calculated to measure the relationship between the daily consumption of methionine in food and the biochemical and anthropometric variables. In addition, a multiple linear regression model was performed, considering the FLI and mean daily consumption during the third month of follow-up, metabolic syndrome, and age. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$. Statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY.

The Research and Ethics Committee at the study headquarters approved the study

protocol. The study subjects provided written informed consent, and all their rights were respected following current national and international regulations. The protocol was registered on the ClinicalTrials.gov platform (ID-number number NCT04450875).

Results

From a sample of 205 patients diagnosed with NAFLD, 84 did not accept to participate (41%), so 121 subjects were recruited for clinical trial, of which 56 were randomly assigned to the experimental group and 65 to control group (Figure 1). There were no significant differences at baseline between the groups concerning sex (pairing criteria), schooling, family income, blood glucose, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), BMI, WC, total cholesterol, triglycerides, ALT, AST, GGT, and FLI (Table 1). Only the mean of HDL-cholesterol was significantly higher in the experimental group (45.6 vs. 40.3 mg/dL).

During the study, 30 subjects out of 56 (53.6%) in the experimental group and 13 out of 65 (20.0%) in the control group were lost to follow-up, no significant differences were found in the frequency of sex; instead, the subjects who dropped out were significantly younger than those who remained, this difference was found only in the control group (Supplementary

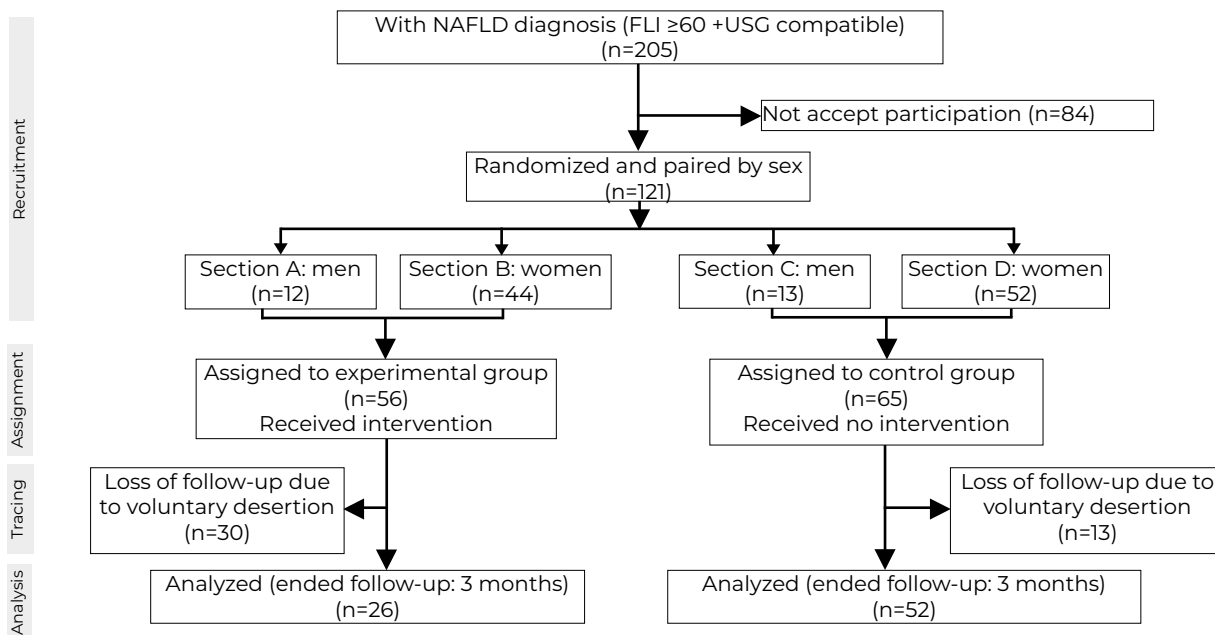


Figure 1. Patient recruitment

Table 1. Baseline comparison between study groups

Variables	Experimental group (n = 56)	Control group (n = 65)	p-value
Gender, n (%)			
Male	12 (21.4)	13 (20.0)	0.85
Female	44 (78.6)	52 (80.0)	
Age (years)	55.8 ± 10.4	54.7 ± 10.4	0.57
Scholarship, n (%)			
Elementary schools or less	11 (19.6)	12 (18.8)	0.90
Higher than elementary	45 (80.4)	52 (81.2)	
Family income, n (%)			
≤ \$5000.00 (Mexican pesos)	20 (37.7)	22 (34.9)	0.75
> \$5000.00 (Mexican pesos)	33 (62.3)	41 (65.1)	
Glucose (mg/dL)	(115.0 ± 49.8)	(110.9 ± 45.4)	0.64
Systolic blood pressure (mmHg)	(118.9 ± 14.3)*	(120.2 ± 11.2)*	0.57
Diastolic blood pressure (mmHg)	(76.5 ± 9.5)*	(77.0 ± 7.9)*	0.76
Body mass index (Kg/m ²)	(33.2 ± 6.0)	(34.1 ± 4.7)	0.39
Waist circumference (cm)	(104.0 ± 11.4)	(105.3 ± 9.6)	0.49
Total cholesterol (mg/dL)	(201.8 ± 43.7)**	(193.7 ± 39.5)	0.29
Cholesterol-HDL (mg/dL)	(45.6 ± 12.0)***	(40.3 ± 13.4)*	0.03
Triglycerides (mg/dL)	(197.1 ± 97.0)	(198.1 ± 76.4)	0.95
Alanine aminotransferase (IU/L)	(19.5 ± 11.5)**	(20.3 ± 14.0)	0.74
Aspartate aminotransferase (IU/L)	(28.6 ± 17.8)**	(29.9 ± 18.2)	0.70
Gamma glutamyl transpeptidase (IU/L)	(40.3 ± 26.0)**	(49.4 ± 70.5)	0.37
Fatty liver index (AU)	(81.1 ± 11.9)	(85.0 ± 11.1)	0.06

Unless otherwise stated, results are expressed as mean ± standard deviation.

* Missing values = 3,

** Missing values = 1

*** Missing values = 6

IU: International units.

AU: Arbitrary units.

Comparison of means between independent groups using the Student's t test.

Comparison of proportions between independent groups using chi-square test.

Material, Table S2). Table 2 compares the subjects in the experimental group at baseline with regard to the three-month follow-up; the same was done in the control group. In the experimental group, the mean WC decreased significantly (from 103.3 cm at baseline to 100.5 cm), but this was not observed in the control group. The mean SBP increased significantly in the control group (from 120.4 mmHg to 126.1 mmHg), but not in the experimental group. In contrast, mean DBP decreased significantly only in the control group (76.8 mmHg to 73.1 mmHg). Finally, both groups showed a significant increase in the ALT enzyme levels. No statistically significant differences were observed in glucose, BMI, total cholesterol, total triglyceride, AST, and GGT levels. Regarding FLI, both in the experimental and control groups, there was a

decrease in the mean score at three months from baseline. Although the difference was greater in the experimental group than in the control group, the differences were not statistically significant.

When the intention of treatment was analyzed, remission was 1.2 times higher in the experimental group than in the control group. However, when the analysis was performed per protocol, the probability of remission was twice as high in the experimental group; however, neither analysis showed a statistically significant difference (Table 3). Table 4 compares the experimental group vs. control at the months follow-up

Table 2. Intragroup comparison at three months follow-up with respect to the baseline

Variables	Basal	3 months	p-value
Glucose (mg/dL)			
Experimental	26 (111.7 ± 41.7)	26 (116.9 ± 46.6)	0.36
Control	52 (113.5 ± 48.1)	52 (120.2 ± 41.5)	0.19
Systolic blood pressure (mmHg)			
Experimental	23 (120.2 ± 13.4)	23 (124.8 ± 13.8)	0.08
Control	49 (120.4 ± 11.4)	49 (126.1 ± 11.5)	0.003
Diastolic blood pressure (mmHg)			
Experimental	23 (77.2 ± 9.0)	23 (74.8 ± 10.8)	0.19
Control	49 (76.8 ± 7.9)	49 (73.1 ± 8.9)	0.007
Body mass index (Kg/m ²)			
Experimental	26 (32.9 ± 6.2)	26 (32.8 ± 6.2)	0.73
Control	52 (33.7 ± 4.3)	52 (33.9 ± 4.1)	0.70
Waist circumference (cm)			
Experimental	26 (103.3 ± 11.9)	26 (100.5 ± 10.9)	0.002
Control	52 (104.3 ± 8.5)	52 (103.8 ± 10.6)	0.54
Total cholesterol (mg/dL)			
Experimental	26 (196.9 ± 35.9)	26 (189.0 ± 32.2)	0.11
Control	52 (196.5 ± 41.0)	52 (194.7 ± 42.3)	0.74
Triglycerides (mg/dL)			
Experimental	26 (170.6 ± 64.8)	26 (156.3 ± 56.5)	0.13
Control	52 (203.7 ± 71.5)	52 (189.6 ± 104.7)	0.29
Alanine aminotransferase (IU/L)			
Experimental	26 (18.8 ± 9.2)	26 (27.9 ± 10.7)	< 0.001
Control	52 (18.8 ± 12.3)	52 (32.2 ± 27.1)	< 0.001
Aspartate aminotransferase (IU/L)			
Experimental	26 (26.7 ± 11.8)	26 (25.7 ± 10.8)	0.65
Control	52 (27.8 ± 17.1)	52 (30.6 ± 24.8)	0.29
Gamma glutamyl transpeptidase (IU/L)			
Experimental	26 (43.8 ± 29.0)	26 (46.9 ± 45.4)	0.62
Control	52 (50.2 ± 76.5)	52 (56.2 ± 91.4)	0.37
Fatty liver index (AU)			
Experimental	26 (79.4 ± 12.5)	26 (75.6 ± 17.6)	0.09
Control	52 (85.1 ± 10.2)	52 (83.1 ± 13.5)	0.14

Results are expressed as number of subjects (mean ± standard deviation). Comparison of means using the t test for paired groups. IU: International units. AU: Arbitrary units.

(intergroup comparison); the FLI was lower in the experimental group (75.6 AU) than in the control group (83.1 AU), $p = 0.04$; no significant differences were found between groups in the rest of the variables studied.

Table 3. Incidence of NAFLD remission between groups

Groups	Without NAFLD n (%)	With NAFLD n (%)	RR (95%CI)	p-value
Intention to treat analysis				
Experimental group, n = 56	4 (7.1)	52 (92.9)	1.2 (0.3 a 4.4)	0.99
Control group, n = 65	4 (6.2)	61 (93.8)	1	
Per protocol analysis				
Experimental group, n = 26	4 (15.4)	22 (84.6)	2 (0.5 a 7.4)	0.43
Control group, n = 52	4 (7.7)	48 (92.3)	1	

RR: Relative risk. 95%CI: Confidence interval at 95 %. Comparison of proportions by Fisher's Exact Test. NAFLD: Non-alcoholic fatty liver disease

Table 4. Comparison between the study groups at three months of follow-up

Variables	Experimental group (n = 26)	Control group (n = 52)	p-value
Glucose (mg/dL)	26 (116.9 ± 46.6)	52 (120.2 ± 41.5)	0.75
Systolic blood pressure (mmHg)	24 (125.0 ± 13.5)	52 (126.0 ± 11.4)	0.75
Diastolic blood pressure (mmHg)	24 (75.0 ± 10.6)	52 (72.5 ± 9.0)	0.29
Body mass index (Kg/m ²)	26 (32.8 ± 6.2)	52 (33.9 ± 4.1)	0.36
Waist circumference (cm)	26 (100.5 ± 10.9)	52 (103.8 ± 10.6)	0.21
Total cholesterol (mg/dL)	26 (189.0 ± 32.1)	52 (194.7 ± 42.3)	0.55
Triglycerides (mg/dL)	26 (156.3 ± 56.5)	52 (189.6 ± 104.7)	0.14
Alanine aminotransferase (IU/L)	26 (27.9 ± 10.7)	52 (32.2 ± 27.1)	0.45
Aspartate aminotransferase (IU/L)	26 (25.7 ± 10.8)	52 (30.6 ± 24.8)	0.35
Gamma glutamyl transpeptidase (IU/L)	26 (46.9 ± 45.4)	52 (56.2 ± 91.4)	0.63
Fatty liver index (AU)	26 (75.6 ± 17.6)	52 (83.1 ± 13.5)	0.04

Results are expressed as number of subjects (mean ± standard deviation). Comparison of means between independent groups using the Student's t test. IU: International Units. AU: Arbitrary units.

Table 5 shows, the correlation between biochemical and anthropometric variables with the daily average of methionine consumed in food. Waist circumference was the only variable that showed a statistically significant negative correlation ($r = - 0.41$).

In a multivariate analysis, in whose models the dependent variable was the FLI, and the covariates were the mean daily consumption of methionine in food during the third month of follow-up, the metabolic syndrome (MS) criteria, and age. The only variable significantly associated with the FLI was methionine consumption in food (Table 6).

Table 5. Correlation between biophysiological characteristics with the average daily consumption of methionine during three months of follow-up (n = 26)

Variables	Coefficient	p-value
Fatty liver index (AU)	- 0.32	0.114
Glucose (mg/dL)	0.30	0.141
Systolic blood pressure (mm Hg)	0.05	0.834
Diastolic blood pressure (mm Hg)	- 0.08	0.698
Body mass index (Kg/m ²)	- 0.30	0.138
Waist circumference (cm)	- 0.41	0.036
Cholesterol (mg/dL)	0.10	0.632
Triglycerides (mg/dL)	0.01	0.957
Alanine aminotransferase (IU)	0.08	0.700
Aspartate aminotransferase (IU)	- 0.02	0.940
Gamma glutamyl transpeptidase (IU)	0.07	0.740

Average daily consumption of methionine was measured in grams
 Pearson correlation was performed
 AU: Arbitrary units.
 IU: International units.

Table 6. Association between the average consumption of methionine with the fatty liver index (FLI) during the third month of follow-up

	Model		
	Unstandardized coefficients B	CI 95 %	p-value
Methionine consumption* (gr)	- 30.8	- 60.6, -0.96	0.04
SM criteria sum	1.2	- 7.5, 9.8	0.78
Age (years)	- 0.44	- 1.4, 0.5	0.36

* 22 patients in the experimental group during the third month of follow-up only.
 Dependent variable: Fatty liver index.
 SM: metabolic syndrome. The criteria were: diabetes mellitus, hypertension, abdominal obesity, hypertriglyceridemia, and hypocholesterolemia-HDL.
 Model: Enter method. Adjusted R square = 0.089, p-value = 0.21
 Variables excluded from model 2: sum of SM criteria and age.

The health-related quality of life measured using the SF-36 questionnaire (version 1.1; authorized use in Mexico) is presented in Table 7. There was no significant difference between the experimental and control groups at baseline (comparison between the groups). However, after three months of follow-up, the mean of the scores of the

Table 7. SF-36 questionnaire score at baseline and at three-month follow-up

Variables	Basal			3 months		
	Experimental group (n = 56)	Control group (n = 65)	p-value	Experimental group (n = 26)	Control group (n = 52)	p-value
Physical function	52 (71.9 ± 24.4)	59 (74.7 ± 21.9)	0.52	25 (79.6 ± 26.4)	51 (75.6 ± 23.2)	0.50
Functional / physical role	54 (63.9 ± 43.3)	61 (53.3 ± 42.0)	0.19	25 (75.0 ± 35.4)	52 (58.7 ± 38.9)	0.08
Functional / emotional role	53 (49.1 ± 31.8)	62 (44.1 ± 36.1)	0.44	25 (62.7 ± 29.4)	52 (50.6 ± 31.3)	0.11
Vitality (energy / fatigue)	52 (61.1 ± 20.3)	60 (55.5 ± 18.0)	0.13	25 (71.9 ± 20.6)	52 (59.2 ± 19.5)	0.02
Mental health (emotional well-being)	53 (69.3 ± 19.8)	61 (64.9 ± 17.6)	0.22	25 (80.6 ± 19.4)	52 (68.8 ± 21.5)	0.02
Social function	54 (75.0 ± 23.7)	63 (73.2 ± 24.2)	0.69	25 (84.0 ± 24.3)	52 (76.9 ± 20.8)	0.19
Body pain	54 (69.8 ± 21.3)	63 (62.5 ± 21.8)	0.07	25 (69.5 ± 25.9)	52 (68.1 ± 23.4)	0.81
General health	50 (48.5 ± 16.4)	63 (50.6 ± 17.6)	0.51	25 (60.0 ± 16.8)	52 (53.3 ± 15.8)	0.09
Notified Health Transition (Health Change)	54 (49.1 ± 21.7)	64 (46.9 ± 23.4)	0.60	25 (66.0 ± 21.5)	52 (53.4 ± 17.2)	0.01
Total average score	46 (62.4 ± 18.5)	56 (58.5 ± 18.3)	0.29	25 (72.0 ± 17.9)	51 (62.7 ± 14.4)	0.03

domains: "vitality," "mental health," "reported health transition," as well as the mean of the total score were significantly higher in the experimental group than in the control group (Table 7). In an analysis within each group that compares the baseline moment with regarding the three months of follow-up (data not shown), the mean score was significantly increased in the experimental group; that is, there was an improvement, in the following domains: "physical function," "mental health," "social function," "general health," "notified health transition" and in the "total average score." The control group also improved in the following domains: "notified health transition" and "the total average score"

Discussion

The therapeutic option with the highest demand for NAFLD treatment is weight loss through caloric restriction. Until now, the diet most investigated for its possible effects on NAFLD was MetD. However, there are also other approaches, such as the intake of micronutrients, including vitamins E and D, in addition to some omega-3 polyunsaturated fatty acids (n3-PUFAs)(23, 24). Many of these investigations, although they provided relevant data, were carried out with small experimental groups of 20 or fewer people and without control groups, which reduces the validity of their results. A clear example is the study with betaine, which only had 10 participants, of whom only 7 completed the 1-year treatment (25). In another study in which polyunsaturated fatty acid omega-3 was administered, only 20 people were included in each experimental group (24). The strength of our study lies in the number of subjects included, since each experimental group exceeded 50, which makes it methodologically more solid and reproducible. The ages of the patients analyzed in some of these studies ranged from 50 to 55 years, which is where the disease occurs most frequently, according to our own results.

In our study, the FLI variable showed a significant decrease of 75.6 in the experimental group compared to 83.1 in

the control group at the end of treatment. Other authors in previous studies that used MetD as a tool for treating NAFLD found a similar decrease in liver fat (23, 24). However, the study by Ryan *et al.*, although it decreased liver fat, Ryan *et al.* did not demonstrate a decrease in AST and ALT levels. The authors suggested that this negative effect could be due to the short treatment duration. Although our results showed similar ALT levels in both groups, this increase was minor in the experimental group compared to that in the control group. In two previous studies that used betaine (component of the methionine cycle)(25, 26) alone or in combination with glucuronate at doses of 300 mg and 20 g daily; they achieved diminution of ALT levels. This decrease was most likely due to the long period of administration (1 year) and high doses of the supplements, although only 10 patients completed the treatment. An important aspect to consider is the use of purified supplements in the methionine cycle at very high doses that can have harmful or no effects (27, 28). Our approach focused on the intake of safe whole foods high in methionine, but perhaps the short treatment period did not allow for an improvement in liver enzyme levels.

Few antioxidants have been tested in the context of NAFLD. The antioxidant vitamins C and E administered at a dose of 800-1000 IU/d for periods of 6-24 months, were able to decrease the levels of AST and liver fibrosis in patients with NASH (29, 30). It should also be noted that in the study in which vitamins E and C were used, only 45 patients completed the treatment. Controversially, other studies have revealed that doses above 400 IU/d of vitamin E increase the mortality and risk of prostate cancer (31, 32). Since toxicological effects could occur at high doses, food administration programs must rigorously monitor follow-up for supplementation with antioxidants, which makes the strategy of using nutritional therapies that include adequate proportions of antioxidants in foods more relevant.

In contrast to BMI, WC is strongly associated with visceral fat (33) and is a reflection of the percentage of body fat and the liver. Our results showed a decrease in WC, which was not observed in the control group. It should be noted that the implementation of nutritional therapy based on foods high in methionine without additional intervention was sufficient to decrease the above parameters. Several studies have shown that reducing BMI is not sufficient to decrease liver fat levels. Reductions in liver fat have been achieved regardless of the degree of BMI reduction with a low-fat isocaloric diet (34). Although the duration of our

dietary intervention did not exceed three months, it was sufficient to reduce parameters such as WC and FLI. Other investigations observed a similar reduction, but with longer treatments, even in years (35).

The proportion of women in the recruitment phase of our study was higher than men, this may be due to the fact that women tend to have a greater self-care of their health as well as their self-image (36).

HRQL has been widely measured through the SF-36, whose parameters include physical function, vitality, mental health, and general health. In 2016, the quality of life parameters were examined using the SF-36 instrument in NAFLD patients with or without cirrhosis and compared to the general population. A decrease in SF-36 scores was observed in cirrhotic NAFLD patients compared to non-cirrhotic patients and was well below the general population (37). The course of NAFLD alone causes deterioration in quality of life as perceived by the patient. In our study, comparing the quality of life only in the experimental group before and after nutritional therapy was started, physical function, mental health, social function, and general health showed a significant improvement. To our knowledge, this study is the first to demonstrate the impact of nutritional therapy on the quality of life of patients with NAFLD.

Study limitations. The present clinical trial has limitations in the extrapolation of the results: a high proportion of non-response (41 %); a high frequency in the loss of subject during follow-up (54% and 20% in the groups experimental and control, respectively) and the lack of recording of caloric adequacy, physical activity and additional vitamin supplements. First, clinical trials are not characterized by achieving a strong population representativeness; on the contrary, they seek to select subjects in ideal conditions to demonstrate that the outcome variable results from the intervention. The random assignment to the comparison groups is responsible for reducing the probability of a possible confounding effect of some of the other covariates. Second, no significant differences were found in the distribution by sex between the subjects who were lost to follow-up and those who underwent complete follow-up. In contrast, the control group subjects who dropped out were significantly younger than those who remained. Per protocol and intention-to-treat analyses were performed to assess the degree of influence of the subjects lost to follow-up; in both cases, the results were similar; that is, no

significant association was found between a diet rich in methionine and FLI reversal

Conclusions

Our study has methodological strengths that favor the validity of the results: an analysis by protocol and by intention of treat; a control group; the random assignment; the size of the group exceeds the estimated minimum sample; parity by sex; a researcher blindly analyzed the information; and a multivariate analysis was performed.

Finally, our study showed preliminary findings that demonstrated the diminution of NAFLD with nutrition therapy based on foods rich in methionine.

Acknowledgements

We want to thank the Fondo Sectorial de Salud, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), of the Mexican government for supporting our work under Grant number 233533.

Conflict of interest:

The authors have declared that no conflict of interest.

References

1. Diaz LA, Fuentes-Lopez E, Ayares G., et al. The establishment of public health policies and the burden of non-alcoholic fatty liver disease in the Americas. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2022;7(6):552-9. doi: 10.1016/S2468-1253(22)00008-5
2. Vidal-Cevallos P, Torre A, Mendez-Sanchez N, Uribe M, Chavez-Tapia NC. Epidemiological and Genetic Aspects of NAFLD and NASH in Mexico. *Clin Liver Dis (Hoboken).* 2022;19 (2):68-72. doi: 10.1002/cld.1167
3. Pouwels S, Sakran N, Graham Y, Leal A, Pintar T, Yang W, et al. Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a review of pathophysiology, clinical management and effects of weight loss. *BMC Endocr Disord.* 2022;22 (1):63. doi: 10.1186/s12902-022-00980-1

4. European Association for the Study of the L, European Association for the Study of D, European Association for the Study of O. EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines for the management of non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol.* 2016;64 (6):1388-1402. doi:10.1016/j.jhep.2015.11.004
5. Worm N. Beyond Body Weight-Loss: Dietary Strategies Targeting Intrahepatic Fat in NAFLD. *Nutrients.* 2020;12(5):1316. doi: 10.3390/nu12051316
6. Jessri M, Lou WY, L'Abbe MR. The 2015 Dietary Guidelines for Americans is associated with a more nutrient-dense diet and a lower risk of obesity. *Am J Clin Nutr.* 2016;104 (5):1378-1392. doi:10.3945/ajcn.116.132647
7. Anania C, Perla FM, Olivero F, Pacifico L, Chiesa C. Mediterranean diet and nonalcoholic fatty liver disease. *World J Gastroenterol.* 2018;24 (19):2083-2094. doi: 10.3748/wjg.v24.i19.2083
8. Abenavoli L, Milic N, Peta V, Alfieri F, De Lorenzo A, Bellentani S. Alimentary regimen in non-alcoholic fatty liver disease: Mediterranean diet. *World J Gastroenterol.* 2014;20 (45):16831-16840. doi: 10.3748/wjg.v20.i45.16831
9. Chan R, Wong VW, Chu WC, Wong GL, Li LS, Leung J, et al. Diet-Quality Scores and Prevalence of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A Population Study Using Proton-Magnetic Resonance Spectroscopy. *PLoS One.* 2015;10 (9) :e0139310. doi: 10.1371/journal.pone.0139310
10. Farzanegi P, Dana A, Ebrahimpour Z, Asadi M, Azarbayjani MA. Mechanisms of beneficial effects of exercise training on non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): Roles of oxidative stress and inflammation. *Eur J Sport Sci.* 2019;19 (7): 994-1003. doi: 10.1080/17461391.2019.1571114
11. Chen Z, Tian R, She Z, Cai J, Li H. Role of oxidative stress in the pathogenesis of nonalcoholic fatty liver disease. *Free Radic Biol Med.* 2020;152:116-141. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2020.02.025
12. Eslamparast T, Egtesad S, Poustchi H, Hekmatdoost A. Recent advances in dietary supplementation, in treating non-alcoholic fatty liver disease. *World J Hepatol.* 2015;7(2):204-12. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2020.02.025.
13. Chawla RK, Bonkovsky HL, Galambos JT. Biochemistry and pharmacology of S-adenosyl-L-methionine and rationale for its use in liver disease. *Drugs.* 1990; 40 (Suppl 3) :98-110. doi: 10.2165/00003495-199000403-00010
14. Lieber CS. Role of S-adenosyl-L-methionine in the treatment of liver diseases. *J Hepatol.* 1999; 30 (6):1155-1159. doi: 10.1016/s0168-8278(99)80274-8
15. Mora SI, Garcia-Roman J, Gomez-Nanez I, Garcia-Roman R. Chronic liver diseases and the potential use of S-adenosyl-L-methionine as a hepatoprotector. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2018;30(8):893-900. doi: 10.1097/MEG.0000000000001141
16. Bedogni G, Bellentani S, Miglioli L. et al. The Fatty Liver Index: a simple and accurate predictor of hepatic steatosis in the general population. *BMC Gastroenterol.* 2006;6:33. doi: 10.1186/1471-230X-6-33
17. Haytowitz DBA JKCW, Xianli. Somanchi, Meena. Nickle, Melissa. Nguyen, Quyen A. Roseland, Janet M. Williams, Juhi R. Patterson, Kristine Y. Li, Ying. Pehrsson, Pamela R.. . USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Legacy Release. In: Nutrient Data Laboratory BHNRC, ARS, USDA., editor. 2019. <https://data.nal.usda.gov/dataset/usda-national-nutrient-database-standard-reference-legacy-release>. Database accessed 2023-07-08.
18. Clark HE, Howe JM, Shannon BM, Carlson K, Kolski SM. Requirements of adult human subjects for methionine and cystine. *Am J Clin Nutr.* 1970;23(6):731-738. doi: 10.1093/ajcn/23.6.731
19. Valerino-Perea S, Lara-Castor L, Armstrong MEG, Papadaki A. Definition of the Traditional Mexican Diet and Its Role in Health: A Systematic Review. *Nutrients.* 2019;11(11).2803. doi: 10.3390/nu11112803
20. Zuniga MA, Carrillo-Jimenez GT, Fos PJ, Gandek B, Medina-Moreno MR. [Evaluation of health status using Survey SF-36: preliminary results in Mexico]. *Salud Publica Mex.* 1999;41(2):110-8. No doi number available.
21. Pervez MA, Khan DA, Ijaz A, Khan S. Effects of Delta-tocotrienol Supplementation on Liver Enzymes, Inflammation, Oxidative stress and Hepatic Steatosis in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Turk J Gastroenterol.* 2018;29(2):170-176. doi: 10.5152/tjg.2018.17297
22. Aller R, Izaola O, Gomez S, Tafur C, Gonzalez G, Berroa E, et al. Effect of silymarin plus vitamin E in patients with non-alcoholic fatty liver disease. A randomized clinical pilot study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2015;19(16):3118-124.
23. Ryan MC, Itsiopoulos C, Thodis T., et al. The Mediterranean diet improves hepatic steatosis and insulin sensitivity in individuals with non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol.* 2013;59(1):138-143. doi: 10.1016/j.jhep.2013.02.012
24. Zhu FS, Liu S, Chen XM, Huang ZC, Zhang DW. Effects of n-3 polyunsaturated fatty acids from seal oils on nonalcoholic fatty liver disease associated with hyperlipidemia. *World J Gastroenterol.* 2008;14(41):6395-6400. doi: 10.3748/wjg.14.6395
25. Abdelmalek MF, Angulo P, Jorgensen RA, Sylvestre PB, Lindor KD. Betaine, a promising new agent for patients with nonalcoholic steatohepatitis: results of a pilot study. *Am J Gastroenterol.* 2001;96(9):2711-2717. doi: 10.1111/j.1572-0241.2001.04129.x
26. Miglio F, Rovati LC, Santoro A, Setnikar I. Efficacy and safety of oral betaine glucuronate in non-alcoholic steatohepatitis. A double-blind, randomized, parallel-group, placebo-controlled prospective clinical study. *Arzneimittelforschung.* 2000;50(8):722-727. doi: 10.1055/s-0031-1300279
27. Billington CJ, Jr., Schmidt B, Zhang L, et al. Maternal diet

- supplementation with methyl donors and increased parity affect the incidence of craniofacial defects in the offspring of twisted gastrulation mutant mice. *J Nutr.* 2013;143(3):332-339. doi: 10.3945/jn.112.168906
28. Collin SM. Folate and B12 in prostate cancer. *Adv Clin Chem.* 2013;60:1-63. doi: 10.1016/b978-0-12-407681-5.00001-5
29. Sanyal AJ, Chalasani N, Kowdley KV, et al. Pioglitazone, vitamin E, or placebo for nonalcoholic steatohepatitis. *N Engl J Med.* 2010;362(18):1675-1685. doi: 10.1056/NEJMoa0907929
30. Harrison SA, Torgerson S, Hayashi P, Ward J, Schenker S. Vitamin E and vitamin C treatment improves fibrosis in patients with nonalcoholic steatohepatitis. *Am J Gastroenterol.* 2003;98(11):2485-490. doi: 10.1111/j.1572-0241.2003.08699.x
31. Miller ER, 3rd, Pastor-Barriuso R, Dalal D, Riemersma RA, Appel LJ, Guallar E. Meta-analysis: high-dosage vitamin E supplementation may increase all-cause mortality. *Ann Intern Med.* 2005;142(1):37-46. doi: 10.7326/0003-4819-142-1-200501040-00110
32. Klein EA, Thompson IM, Jr., Tangen CM., et al. Vitamin E and the risk of prostate cancer: the Selenium and Vitamin E Cancer Prevention Trial (SELECT). *JAMA.* 2011;306(14):1549-1556. doi: 10.1001/jama.2011.1437
33. Fedewa MV, Nickerson BS, Esco MR. Associations of body adiposity index, waist circumference, and body mass index in young adults. *Clin Nutr.* 2019;38(2):715-20. doi: 10.1016/j.clnu.2018.03.014
34. Gepner Y, Shelef I, Schwarzfuchs D., et al. Effect of Distinct Lifestyle Interventions on Mobilization of Fat Storage Pools: CENTRAL Magnetic Resonance Imaging Randomized Controlled Trial. *Circulation.* 2018;137(11):1143-1157. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030501
35. Fraser A, Abel R, Lawlor DA, Fraser D, Elhayany A. A modified Mediterranean diet is associated with the greatest reduction in alanine aminotransferase levels in obese type 2 diabetes patients: results of a quasi-randomised controlled trial. *Diabetologia.* 2008;51(9):1616-22. doi: 10.1007/s00125-008-1049-1
36. Floriano DR, Tavares D. Health self-care practices among community older adults with morbidity. *Rev Bras Enferm.* 2022; 75Suppl 4 (Suppl 4):e20210545. doi: 10.1590/0034-7167-2021-0545
37. Sayiner M, Stepanova M, Pham H, Noor B, Walters M, Younossi ZM. Assessment of health utilities and quality of life in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *BMJ Open Gastroenterol.* 2016;3(1):e000106. doi: 10.1136/bmjgast-2016-000106

Recibido: 15/02/2023
Aceptado: 03/04/2023

Supplementary Material

Table S1. Foods high in methionine adapted to Mexican diet.

Food Group	Food	Methionine* (g)	Food portion	Unit
Animal origin food	Herring	0.425	80	g
	Bass	0.42	80	g
	Salmon	0.461	80	g
	Carp	0.422	80	g
	Beef	0.33	60	g
Legumes, nuts and seeds	White egg	0.196	1	1 piece
	Beans	0.229	172	g
	Almonds	0.225	143	g
	Walnuts	0.257	109	g
	Pistachios	0.461	123	g
Cereals and tubers	Medium grain brown rice (cooked)	0.101	1	1 cup
	Wild rice	0.701	1	1 cup
	Linseed	0.026	1	1 tablespoon
	Wholemeal bread	0.025	1	1 slice
	Rye	0.259	1	1 cup
	Oats	0.487	1	1 cup
	Banana	0.012	3	3 pieces
Fruits and vegetables	Pineapple	0.02	1	1 cup
	Orange	0.038	2	2 pieces
	Guava	0.027	3	3 pieces
	Zucchini	0.058	1	1 cup
	Broccoli	0.35	1	1 cup
	Carrot	0.026	91	g
	Spinach	0.016	1	1 cup

*Grams contained per serving, according to National Nutrient Database for Standard Reference (USDA), Release 28 slightly revised May 2016, Report Date: September 11, 2017 17:47 EDT. Nutrient values and weights are for edible portion. Food Group : Finfish and Shellfish Products.

Table S2. Comparison of subjects who completed follow-up vs those who dropped out.

	Complete follow-up (three months)		p-value
	Yes	No	
Sex, n (%)	n = 78	n = 43	
Female	17 (21.8)	8 (18.6)	0.68
Male	61 (78.2)	35 (81.4)	
Sex, n (%)			0.71
Experimental group	n = 26	n = 30	
Female	21 (80.8)	23 (76.7)	0.44*
Male	5 (19.2)	7 (23.3)	0.02
Sexo, n (%)			
Control group	n = 52	n = 13	0.20
Female	40 (76.9)	12 (92.3)	0.002
Male	12 (23.1)	1 (7.7)	
Age (years), mean ± SD	57.0 ± 8.8	51.9 ± 12.1	
Age (years), mean ± SD			
Experimental group	58.0 ± 8.3	54.1 ± 11.9	
Control group	56.6 ± 9.2	47.0 ± 11.7	

Comparison of proportions was performed using the chi-square or Fisher exact test* when necessary. Comparison of means using Student's t test.

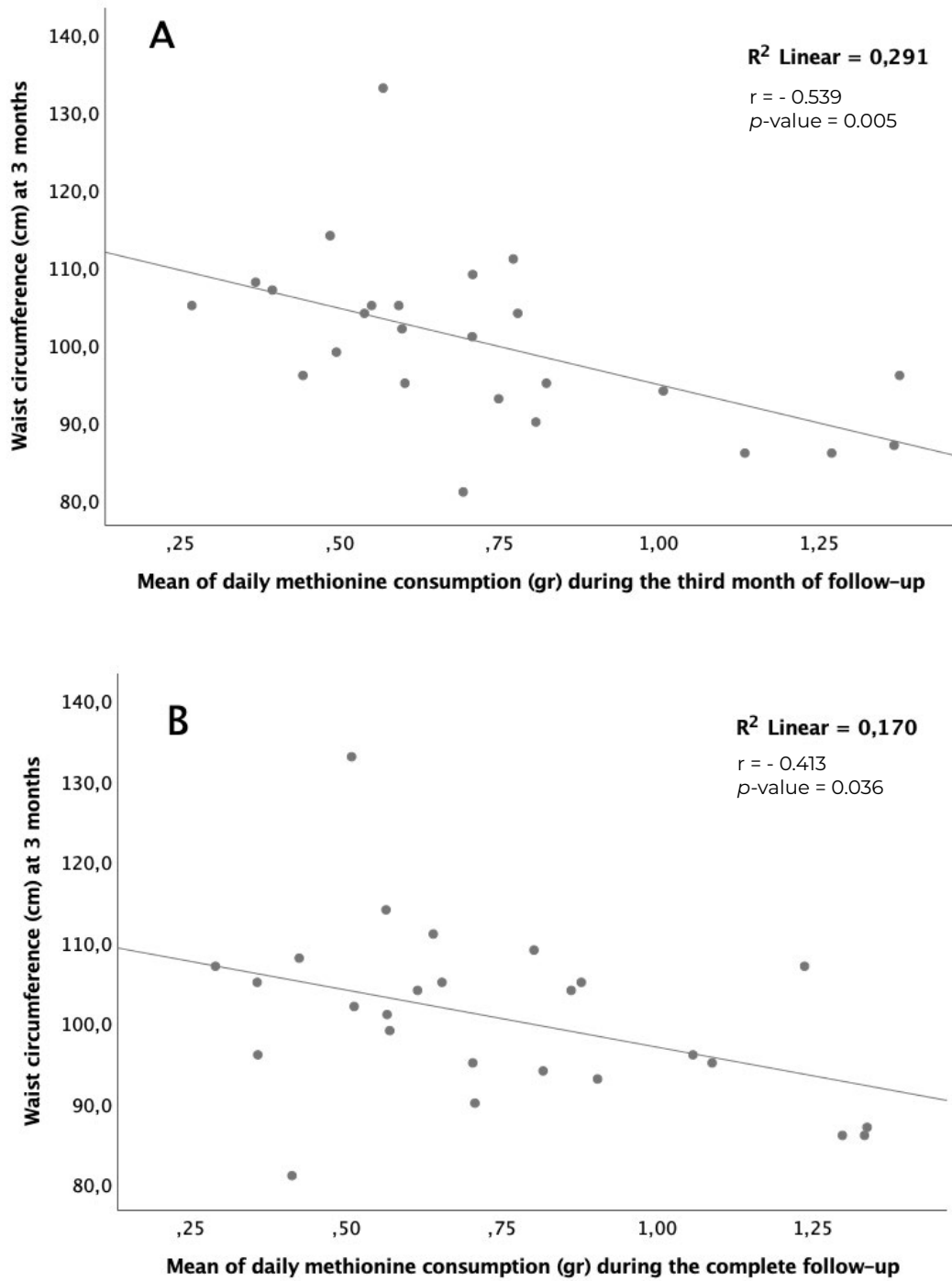


Figure 2. Correlation between daily consumption of methionine (gr) with waist circumference (cm) n = 26. Figure 2A: Only third month of follow-up. Figure 2B: Complete follow-up Pearson correlation coefficient

Validation of an instrument to evaluate the satisfaction of the professional practice in pertaining students to the program of Nutrition and Dietary

Claudia Machuca Barria¹ , Mauricio Cresp Barria² , Valentina Espinoza Zambrano³ , Pedro Delgado Floody⁴ , Luis García-Rico⁵ .

Abstract: Validation of an instrument to evaluate the satisfaction of the professional practice in pertaining students to the program of Nutrition and Dietary.

Introduction. Professional practice is a relevant process for the personal and academic development of students. It uses learning contexts located in real scenarios and enables the acquisition of knowledge, skills, and competencies necessary for professional practice. **Objective.** To design and validate an instrument designed to evaluate students' satisfaction with their professional practice process. **Materials and methods.** Mixed-method study, non-probabilistic sample by convenience of 196 participants. The sample is formed by 20 Nutritionists and 176 students belonging to the Nutrition and Dietetics undergraduate program. The statistical software SPSS version 22 was used to analyze reliability by Cronbach's alpha and the Delphi method for content validity. An instrument with 32 items grouped in 4 dimensions was elaborated and applied to 116 students to analyze reliability. The instrument was adjusted to 25 items, and content validity was analyzed by a panel of experts. The judge's consensus was the foundation for developing a 29-item version grouped into 4 dimensions. This version was applied to 60 students to obtain Cronbach's alpha validation. **Results.** The instrument presents an excellent level of reliability, with a Cronbach's Alpha coefficient of 0.927. **Conclusions.** The instrument designed to measure satisfaction with professional practices is a reliable and valid measure, since it allows knowing the students' evaluation at the end of their professional practice process. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 135-143.**

Keywords: Instrument, validity, reliability, undergraduate students..

Resumen: Validación de un instrumento para evaluar la satisfacción de la práctica profesional en estudiantes pertenecientes a la carrera de Nutrición y Dietética

Introducción. La práctica profesional es un proceso relevante para el desarrollo personal y académico de los estudiantes, utiliza contextos de aprendizaje situados en escenarios reales, posibilita la adquisición de conocimientos, habilidades y competencias necesarias para el ejercicio profesional. **Objetivo.** Diseñar y validar un instrumento, que permita evaluar la satisfacción de los estudiantes sobre su proceso de práctica profesional. **Materiales y métodos.** Estudio de tipo mixto, muestra no probabilística por conveniencia de 196 participantes, distribuidos en 20 Nutricionistas y 176 estudiantes pertenecientes a la carrera de Nutrición y Dietética. Se utilizó el software estadístico SPSS versión 22, para analizar la confiabilidad por Alfa de Cronbach y el método Delphi para la validez del contenido. Se elaboró un instrumento con 32 ítems agrupados en 4 dimensiones, se aplicó a 116 estudiantes para analizar la confiabilidad. Se ajustó el instrumento a 25 ítems, se analizó la validez del contenido por panel de expertos. El consenso de los jueces dio origen a una versión, con 29 ítems agrupados en 4 dimensiones, se aplicó finalmente a 60 estudiantes para obtener el Alfa de Cronbach. **Resultados.** El instrumento presenta un nivel excelente de confiabilidad, con un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.927. **Conclusiones.** El instrumento diseñado para medir la satisfacción de las prácticas profesionales, es una medida confiable y válida, ya que permite conocer la valoración de los estudiantes al finalizar su proceso de práctica profesional. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 135-143.**

Palabras clave: instrumento, validez, confiabilidad, estudiantes universitarios.

Introduction

Professional internships at the university are today a personal and professional learning experience for students. For this reason, professional practices represent an adequate source of income to evaluate and know the relevance of university education (1). The relationship with the practice

¹Faculty of Health Science, Universidad Católica de Temuco, Temuco 4780000, Chile. ²Faculty of Education, Universidad Católica de Temuco, Temuco 4780000, Chile. ³Faculty of Health Science, Universidad Católica de Temuco, Temuco 4780000, Chile. ⁴Department of Physical Education, Sport and Recreation, Universidad de La Frontera, Temuco 4780000, Chile. ⁵Isabel I University (Burgos, España). Antonio de Nebrija University (Madrid, España). Autor para la correspondencia: Mauricio Cresp-Barría, e-mail: mcresp@uct.cl / mauriciocrespbarria@gmail.com



center is the optimal scenario where the skills acquired in professional training are articulated with the tasks, responsibilities and roles required during professional practice (2), promoting significant and lasting learning over time, where the future professionals must incorporate theoretical knowledge, and procedural and attitudinal skills that allow them to successfully meet the needs of society (3).

Training within practical disciplinary processes is of great importance for the personal and academic development of students, since it is considered key at the beginning of their training and in professional life (4). The use of authentic and significant practices during the training process are challenges for the development of skills and aptitudes in accordance with the requirements of the world of work (5), those that contribute to the integral training of the students (2). Using learning contexts located in real settings, it enables the acquisition of knowledge, skills and competencies necessary for professional practice (4) and increases deep learning, autonomy and engagement in their learning process (6). You report international in academic programs of nutrition and dietary do reference to the importance of instruments of evaluation for the professional practices that are valid, reliable with properties psychometric that delete the bias and the subjectivity (7).

There are evaluation experiences for professional practices in nutrition and dietetics, through surveys and validation in evidence-based practical activities (EBP), however, refers to validated instruments that assess knowledge perceived as objective (8). Validate instruments to know the satisfaction of the students with the clinical practices is a potential indicator of an educational program of quality and essential to improve the educational experience (9).

The use of reliable and validated instruments is a guarantor of the quality of the data collected, since a rigorous investigation requires to employ instruments validated with good psychometric properties (10). Of contrary way, the results obtained will not be

able to be valid neither generalizable and can cancel any conclusion extracted (11). Designand validate reliable instruments, that obtain information of the context during the professional practices of Nutrition and Dietary program the Universidad Católica de Temuco, will allow feedback on the processes of education and learning in the initial training of professional futures (12), those who prepare to attend the needs of prevention, promotion and nutritional attention of people, families and communities. The present study has by aim, design and validate through the method Delphi and the coefficient Alpha of Cronbach an instrument that allow to evaluate the level of satisfaction of the students of ninth and tenth semester of the formative itinerary, pertaining to the program of Nutrition and Dietetic the Universidad Católica de Temuco, on his process of professional practice.

Materials and Methods

Delphi was used as a qualitative research method, and Cronbach's Alpha Coefficient was used for the psychometric analysis of the reliability of the data. The expert assessment was carried out using content validity through the Delphi method, which emphasizes anonymous structured communication between people who have experience in a given subject, with the aim of reaching a consensus (13). Developed in the early 1950s by Helmer and Dalkey and incorporated into the health area in the 1970s, it is based on collective intelligence, where a group of selected experts tries to reach a consensus of opinions expressed individually on the subject based on the analysis and reflection of a defined problem (14, 15). This research have been authorized by the Ethics Committee of the Universidad Católica de Temuco, by means of decree of document 13/20, of the month of June of the year 2020. The experts were selected according to the following criteria: a) Doctor in disciplinary areas related to the formative program or to the topic under investigation, b) Academics of Nutritionist training with teaching practice in Chilean Universities and c) Nutritionists practicing in different areas where professional practices are developed. Collecting the opinions of the experts and the collection of the evaluations were carried out during the periods October 2020 - December 2020, and the instrument was delivered personally or sent through Google Drive.

The experts participating in the construction process

Table 1. Characteristics of the participating sample

Variables	Panel of Experts N	Students 2019 N	Students 2020 N
Women	19 (95%)	98 (84%)	48 (80%)
Men	1 (5%)	18 (16%)	12 (20%)
Total	20 (100%)	116 (100%)	60 (100%)

Source: Own elaboration

of the validation instrument were: 1 Doctor in Education (Universidad Politécnica de Madrid, Spain), 1 Doctor in Human Motor Sciences (Universidad Católica de Temuco Chile), 1 Master in nutrition and Food Biotechnology (Universidad Católica de Temuco). The panel of experts was made up of nutritionists (Table 1), teachers and academics from the following educational institutions: 1 Master in Nutrition, Universidad de Magallanes (Punta Arenas), 1 Master in Nutrition, Universidad de Los Lagos (Osorno campus), 1 Nutritionist, Universidad de La Frontera (Temuco), 1 Doctor, Biologist-Nutritionist and 5 Master in Nutrition, Universidad Católica de Temuco (Temuco), 6 nutritionists belonging to the public sector and 5 nutritionists belonging to the private sector.

The evaluation of the criteria of sufficiency (items belonging to the same dimension), clarity (the item is easily understood, that is, its syntax and semantics are adequate), coherence (the item has a logical relationship with the dimension or indicator it is measuring) and relevance (the item is essential or important, that is, it should be included) was considered using a Likert scale, and the level of compliance of the items was indicated: Does not meet the criterion (1), Low level (2), Moderate level (3) and High level (4). In addition, each dimension had an open field for observations to incorporate comments and suggestions related to the items (Table 2).

The exhaustive reviews of the contributions of the experts, together with the analysis of the structure of the instrument, made it possible to review the adequacy and understanding of the items that comprise it (15). Considering the evaluations, observations, and consensus of the experts, he developed an instrument that includes 29 items. For the data collection period and to analyze the reliability of the results in its final version, it was physically applied to 60 students (48 women and 12 men), during the months of January to March 2021, whose professional practices had completed in the areas of professional training. The

Table 2. Categories and indicators for expert judgment

Category	Rating	Indicator
Sufficiency. The items belonging to the same dimension are sufficient to obtain the measurement of this dimension.	1. Does not meet the criterion	• The items are not sufficient to measure the dimension.
	2. Low level	• The items measure some aspect of the dimension, but do not correspond to the total dimension.
	3. Moderate level	• Some items should be increased to be able to evaluate the whole dimension.
	4. High level	• The items are sufficient
Clarity. The item is easily understood, that is, its syntax and semantics are adequate.	1. Does not meet the criterion	• The item is not clear.
	2. Low level	• The item requires a lot of modifications or a very large modification in the use of the words according to their meaning or their arrangement.
	3. Moderate level	• A very specific modification of some of the terms of the item is required.
	4. High level	• The item is clear and has adequate semantics and syntax.
Consistency. The item has a logical relationship with the dimension or indicator it is measuring.	1. Does not meet the criterion	• The item has no logical relationship with the dimension.
	2. Low level	• The item has a tangential relationship with the dimension.
	3. Moderate level	• The item has a moderate relationship with the dimension it is measuring.
	4. High level	• The item is completely related to the dimension it is measuring.
Relevance. The item is essential or important, that is, it must be included.	1. Does not meet the criterion	• The item can be deleted without affecting the measurement of the dimension.
	2. Low level	• The item has some relevance, but another item may be including what this one measures.
	3. Moderate level	• The item is relatively important.
	4. High level	• The item is very relevant and should be included.

Presents the categories and rating indicators of the scale evaluated by the expert judgment. The application of the Delphi method allowed adjustments to be made to the wording and grammar.

evaluation of the 29 items, grouped into 4 dimensions: practice center (6 items), academic training with application to the labor field (9 items), about the teaching clinic (7 items) and about the clinical supervisor (7 items); It was carried out using the Likert scale assessment: Never (1), Almost never (2), Sometimes (3), Almost always (4), Always (5).

Design of the instrument and procedures

A review of the literature was made to determine the dimensions related to design and construction. In the case of training instances in practice centers or clinical experiences, it is determined that they are of great importance for the care of disciplinary and generic competencies that represent the basis for professional practice (19). In the academic field, in the case of Chile, program accreditation is the main regulatory instrument for the quality of undergraduate education (20, 21). Being the operating conditions one of the most important dimensions to evaluate in the academic units, emphasizing the teaching staff with criteria related to the creation and research of the teaching staff, academic level and experience, for the generation and application of knowledge in the student training (22). Regarding the role of the supervisor, it is worth mentioning that he is the manager to facilitate the teaching-learning process in an environment different from that of the classroom (19), since he not only instructs, but also encourages observation, analysis, investigate and make decisions. In this way, promote the progress of skills and attitudes that lead to the acquisition of technical knowledge, whose ultimate goal is to be able to act for the benefit of society (23). Another important actor is the nutrition teaching clinician, whose role is to ensure the student's exercise. In other words, the tutor has to support and advise students in their adaptation, development and training process, enhancing their abilities and helping to overcome the difficulties that appear throughout the educational process (24,25).

Once the contributions were collected and included, an instrument called "Satisfaction survey of professional practices in the Nutrition and Dietetics program " was designed and validated, whose objective is to analyze the perception of the student, on the assessment that he gives to the process of practical professional of the program of Nutrition and Dietetics. The instrument includes the following structure: title, objective, explanatory table for the qualification of the items and 29 items grouped into 4 dimensions: practice center, academic training with application to the labor field, about the teaching clinic and about the clinical supervisor.

Participant's tests pilot

The non-probabilistic sample, by convenience, was composed of 176 university students (83% women and 17% men) belonging to the ninth and tenth semesters of the Nutrition and Dietetics program who studied the professional practice in the areas of clinical nutrition, primary care, collective nutrition and health promotion, during the years 2019-2020. In addition, a panel of 20 experts was formed, equally distributed between Nutritionists with teaching experience (minimum 3 years) and Nutritionists with performance in various areas of the professional field. The distribution of the sample is shown in the following table.

Statistical analysis

For the psychometric study of the reliability analysis, the statistical software SPSS version 22 (SPSS Inc., Chicago, IL) was used to determine the Cronbach's Alpha coefficient (16). This type of analysis is widely used for the validation of research instruments and allows the internal consistency of an instrument, through the degree of correlation between its items (17). The interpretation of Cronbach's Alpha coefficient establishes the following: Invalid reliability (0.00 to 0.53); Low reliability (0.54 to 0.59); Reliable (0.60 to 0.65); Very reliable (0.66 to 0.71); Excellent Reliability (0.72 to 0.99) and Perfect Source Reliability (1.00) (18).

Resultados

Table n°3 presents the internal consistency (reliability per dimension) of the items of the instrument in its first version (32 items). A high reliability coefficient was obtained for the whole instrument $\alpha = 0.949$

and the results per item were also satisfactory. Each dimension obtained reliable results: dimension 1 $\alpha = 0.891$; dimension 2 $\alpha = 0.957$; dimension 3 $\alpha = 0.920$ and dimension 4 $\alpha = 0.925$.

Table 3. Reliability index of the different dimensions of the instrument (first version).

Dimension	Elements	Cronbach's alpha
PRACTICE CENTER AND ACADEMIC BACKGROUND	The duration of the internship was adequate for the approach to the professional reality.	.891
	The infrastructure of the practice center allowed me to develop my skills and abilities.	
	The practice center provided physical space to program and execute my work and activities to be developed.	
	At the practice center, I was given the time to have a snack, per the agreements among team members so as not to affect the operation.	
	At the practice center, they respected my arrival and departure times, being a true copy of the physical record in terms of hours worked per day.	
	I recommend this practice center to my fellow students.	
	The internship made it possible to apply the knowledge and skills acquired during the curriculum.	
	The training received at the university allowed me to successfully face the situations experienced during the internship.	
	The internship has allowed me to get closer to the world of work.	
	The internship has allowed me to broaden my practical knowledge acquired throughout the curriculum	
	The tasks assigned to me during the internship have contributed to strengthening my knowledge of the work performed by the professional nutritionist.	
	At the end of my internship, I feel I acquired new knowledge, I feel more confident and enriched by the experience.	
	From the beginning, the clinical instructor showed me how the practice center works and introduced me to the professionals or work team.	
TEACHER CLINIC	The clinical faculty member explained to me the functions I was to perform within the practice center.	.957
	The clinical instructor had an open and participative attitude towards my training as a student in practice.	
	The clinical instructor contributed to fostering relationships with other members of the work team.	
	The clinical instructor delegated responsibilities to me as a future professional in a scaffolding manner.	
	The clinical instructor provided feedback on the actions and activities carried out in a formative manner during the period of my internship.	
	The clinical instructor maintained a respectful and well-mannered attitude when correcting my actions. He/she was demanding but always treated me with dignity.	
	The clinical professor provided me with time during my stay at the practice center to give me guidance on my work.	
	The clinical instructor gave me the security and confidence to ask questions and suggest actions, which were respectfully received.	
	I recommend my clinical instructor to my colleagues.	
	The clinical supervisor complied with the established visits to the practice site.	
SUPERVISOR CLINIC	The clinical supervisor was empathetic and maintained effective communication.	.920
	The clinical supervisor channeled the different appreciations collected during the development of the practice.	
	The supervisor responded to my concerns during my internship process.	
	The supervisor provided feedback on my performance at each of the visits.	
	During my internship, I saw in my supervisor a constant support for the doubts that arose.	
CLINICAL FIELD MANAGER	I recommend my supervising instructor to my colleagues.	.925
	The Clinical Field Manager was empathetic and maintained effective communication.	
	The Clinical Field Manager provided the necessary information for the completion of my internship.	
	The Clinical Field Manager supervised my learning process and was attentive to my needs.	

Source: Own elaboration.

Table 4 presents the internal consistency of the instrument, by dimension and item in its final version (29 items). Each dimension obtained reliable results: dimension 1 $\alpha = 0.854$;

dimension 2 $\alpha = 0.889$; dimension 3 $\alpha = 0.957$ and dimension 4 $\alpha = 0.947$. The reliability analysis of the instrument yielded a Cronbach's alpha coefficient of 0.927, which meant that the instrument is reliable.

Table 4. Reliability index of the different dimensions of the instrument (final version).

Dimension	Elements	Cronbach's alpha if the item has been deleted	Cronbach's alpha Dimension
DIMENSION PRACTICE CENTER	There is public and/or private transportation to get to the practice center where I did my internship, which allowed me to comply with the established entry schedules.	.875	.854
	The infrastructure of the practice center allowed me to satisfactorily develop the competencies (knowledge, skills, and abilities) required in my academic training.	.842	
	The practice center had physical spaces that allowed me to program my work and were available to carry out my work and develop my activities.	.830	
	The safety of the practice center gave me the opportunity to develop my activities in a safe environment, under established quality standards.	.809	
	The practice center allowed me to experience real learning situations and in context that I will encounter in my future work as a professional nutritionist.	.810	
	From my perspective, the practice center meets the conditions to achieve learning and to be recommended to my fellow students.	.810	
DIMENSION ACADEMIC TRAINING WITH	The duration of the internship (number of hours) was adequate to achieve a closer approach to the professional reality.	.919	.889
	The development of my internship allowed me to expand my knowledge acquired during the curricular plan (program).	.868	
	The development of my internship allowed me to apply the competencies (skills and abilities) acquired during the curricular plan (program).	.859	
	The tasks entrusted to me during the development of my internship have contributed to consolidating my knowledge and providing security for the work I will do as a nutritionist.	.862	
	The academic training received at the university allowed me to successfully face the situations experienced during the period of my professional practice.	.873	
	At the end of my internship, I can assure to have acquired new professional knowledge under the family and community approach in several areas of disciplinary performance.	.863	
	At the end of my internship, I am sure that I have developed disciplinary competencies such as implementation of diet therapy, food and nutrition intervention plans and/or team management and food safety.	.869	
	At the end of my internship, I have developed the competence of teamwork, ensuring my integration with the rest of the professionals.	.890	
DIMENSION ABOUT THE CLINICAL TEACHER	At the end of my internship, I am sure to have developed the ethical performance competence, putting into practice values and demonstrating a spirit of service in my professional performance.	.886	.957
	The clinical instructor made an initial induction, explaining the operation of the practice center, introduced me to the professionals and/or work team and the facilities or areas that would allow me to develop my professional practice.	.951	
	The clinical instructor explained to me the roles, responsibilities and activities that I was to perform during my stay at the practice center.	.951	
	The clinical instructor maintained a receptive and participative attitude towards the training process during the development of my professional practice.	.943	
	The clinical instructor was concerned with conducting formative evaluations of the actions and activities performed during the internship period.	.952	
	The clinical instructor had the time to provide timely feedback on my actions and provided me with guidance on my work.	.951	
	The communication with the clinical instructor was effective during my professional practice, which allowed me to have security and confidence to make consultations and suggest actions.	.947	
	The clinical instructor allowed me to apply my knowledge during the development of my internship and provided spaces to develop the activities described in the university's evaluation guidelines.	.957	
DIMENSION ABOUT THE SUPERVISING TEACHER	The supervising instructor respected the number of supervisions (visits) established for the development of the professional practice.	.963	.947
	The supervising instructor explained to me the functions, activities and products to be performed during the period of my internship.	.941	
	The supervising instructor maintained a receptive and participative attitude towards the training process during the period of my internship.	.926	
	The supervising instructor provided feedback based on the actions and activities developed in each supervision during my internship period.	.934	
	Communication with the supervising faculty member was effective during my internship, he/she responded to my concerns and provided safe spaces to ask questions and request feedback.	.931	
	The supervising instructor made known in a timely manner (beginning) the evaluation instruments with which my performance in the professional practice would be evaluated.	.932	
	The supervising instructor efficiently channelled the concerns generated in the development of the internship, being a link between the clinical professor and the university.	.934	

Source: Own elaboration.

Discussion

The objective of the present investigation was to design and validate an instrument, which allows to evaluate the satisfaction of the students about their professional practice process. The foregoing considering that higher education institutions should be guarantors of the quality of professional training and of health in the face of society (26). In this way, have a valid and reliable instrument that evaluates the dimensions of the practice centers, the academic professional role and the clinical supervisor in the areas of professional training; primary care, clinical nutrition, collective feeding and health promotion, taking into account the perspective of teachers and students, which is endorsed by the support of the triad of clinical learning (27). The validation of the content by the experts, who through an evaluative test (Delphi method) that considered the sufficiency, clarity, coherence and importance of the elements in the four dimensions, allowed adjustments to be made in the number of items, vocabulary, grammar and editorial, thus obtaining the final version of the instrument. Regarding the implications for health professionals, it is worth noting the unavoidable need to disseminate guidelines for the preparation of questionnaires, their consolidation and adaptation through content validation through expert judgment (28), not being exempt from this situation academic programs of nutrition and dietary in Chile. International studies recommend incorporating in the validation both experts linked to the field of research by subjects of the methodological aspects of the instrument, as well as comprehensive potentialities of the target population (29), a situation that for the present investigation is protected with N = 20. experts and N = 166 members of the target population.

In this sense, national studies of design and validation in health areas referring to the performance of the teaching clinic, have reported a high value of Alpha of 0.970 of its four factors of the scale (personal qualities, skills in education, skills under evaluation, favorable clinical environment) (26). Similar results to the present study, which presents consistency values for the educational clinical item with an Alpha of 0.957. Focused national investigations studied the psychometric properties to assess perception, satisfaction, and learning results in graduate students in Health Sciences, which presented internal consistency levels of 0.963 (30). In turn, for the present

study, the reliability through Cronbach's Alpha coefficient, showed an internal consistency of the instrument for each one of the dimensions, granting an excellent reliability (0.927), which allows verifying that the designed instrument is valid of content that is, the instrument measures what it intends to measure (31).

Considering the slight increase in Cronbach's Alpha coefficient (0.931) when removing the first item of the second dimension, which is related to the duration of professional practice (number of hours), the researchers decide to keep the item, since it assesses the number of hours that the student remains in the institution and/or company where they carry out their professional practice, so that the instrument is not modified in its final version. This instrument, designed and validated by expert judgment and psychometric analysis, aims to be a contribution in any of the stages of the training itinerary in which the students are. In this way, demonstrating and systematizing the teaching and learning processes in various contexts is of the utmost importance. Especially from the discipline of nutrition and dietetics, as in the development of professional practices.

Limitations and fortresses

The use of validated and reliable instruments for the collection of information in the practice area of professional training of the Nutrition and Dietetics program at the Universidad Católica de Temuco is considered strength by the researchers. One limitation to consider is the n= 60 of the sample of the last application, projecting for future research n= 80 or higher for each academic year. Within the strength, it is considered an advance to know the satisfaction of the students regarding the infrastructure of the practice center or clinical field where they carry out their professional practice and the perceptions in the relationship established with the teaching supervisor and teaching clinician, who finally evaluate and describe the students' exercise.

Conclusions

Content validity can often be subjective, but in the case of this study, objectivity could be added through the use of statistical processes, which provide validity and reliability, so that the rigor in the construction of the instrument as well as the agreement between experts is the best. way to correctly validate an instrument. The various stages of content and reliability validation, added to the results, show that the instrument has an excellent level of reliability, with a Cronbach's Alpha coefficient of 0.927. Therefore, the instrument designed in its final version with 29 items grouped into 4 dimensions, is valid and reliable, it is also simple and allows to assess the practice center, the academic training linked to the practice and the role of those who accompany the practice student process. The instrument, consequently, allows to know the assessment given by the ninth and tenth semester students at the end of their professional practice and allows having an instrument that can be used in the Nutrition and Dietetics program and others related to Health Sciences. It should be noted that the instrument present in the academic field can be used and modified in areas for Health purposes, such as the Social Sciences and the careers of the Faculties of Education that also have professional practices in their training itineraries. It is recommended that in order to replicate the instrument in other areas, it will always be necessary to use expert judgment, being optimal to articulate it with statistical treatments so as not to lose the objectivity of the study area.

Acknowledgements

The authors thank the Nutritionists who participated as judges in the validation of the content and the students of the Nutrition and Dietetics program of the Universidad Católica de Temuco in the reliability analysis.

Conflict of interest:

The authors declared no conflicts of interest.

Referencias

1. Tavakol M, Dennick R. Making sense of Cronbach's alpha. *Int J Med Educ.* 2011;2: 53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
2. Macías Mozqueda EY. Significado de las prácticas profesionales. La experiencia de un grupo de alumnos de nutrición de la Universidad Guadalajara Lamar. *Rev Iberoam Educ.* 2012;59(3):1-10. <https://doi.org/10.35362/rie5931378>.
3. Ojeda R, Carter-Thuillier B, Cresp M, Sanhueza S, Machuca C. Evaluación de competencias genéricas en estudiantes de Educación Física: una experiencia en contextos no formales. *Retos.* 2019;36(2):220-227. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.67358>
4. Chan-Pavon MV, Mena-Romero DA, Escalante-Euán, JF, Rodríguez-Martín, MD. Contribución de las Prácticas Profesionales en la formación de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (México). *Forma.Univ.* 2018;11(1):53-62. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100053>.
5. Machuca Barria C, Espinoza Zambrano V, Cartes Vidal, Creps Barria M. Manual Orientador para la implementación de evaluaciones clínicas objetivas estructuradas. Universidad de Temuco, Chile. 2021:1-96. <http://repositoriodigital.uct.cl/handle/10925/4425>.
6. Cresp M, Molina Valenzuela P, Fernández Filho J. La Educación Superior en Chile: Cambios paradigmáticos de los procesos evaluativos. Del proceso tradicional de formación a los modelos por competencias. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores.* 2017; 5(1): <https://dilemascontemporaneoseducacionpolitica.yvalores.com/index.php/dilemas/article/view/285>.
7. Jamieson J, Palermo C, Hay M, Gibson S. Assessment practices for dietetics trainees: To Systematic Review. *J Acad of Nutr Diet.* 2019;19(2): 272-292. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.09.010>.
8. Van Horn LT, Wright L, Arikawa AY, Sealey-Potts C. Validity and reliability of a questionnaire measuring EBDPs among registered dietitian nutritionist. *J Hum Nutr Diet.* 2023; 36 (1): 323-335. <https://doi.org/10.1111/jhn.13024>.
9. Vivanti A, Haron N, Barnes R. Validation of To student satisfaction survey for clinical education placements in dietetics. *J Allied Health.* 2014 Summer;43(2):65-71. PMID: 24925033.
10. Arancibia M, Madrid Aris E. Consideraciones sobre las propiedades psicométricas de los instrumentos de medición en las publicaciones científicas: Respuesta a Ventura-León. *Rev Med Chil.* 2017;145(7):955-956.
11. López-Gómez E. El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica *Educación XX1.* 2018;21(1):17-40. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>
12. Universidad Católica de Temuco. Modelo Educativo UC Temuco Principios y Lineamientos. Temuco, Chile. UCT. Universidad Católica de Temuco. 2009 <https://3w.uct.cl/archivos/modeloeducativo.pdf>
13. Carreño Jaimes M. El método Delphi: cuando dos cabezas piensan más que una en el desarrollo de guías de práctica clínica. *Rev. Colomb. Psiquiatr.* 2009; 38(1): 185-193. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502009000100013&lng=in

14. Varela Ruiz M, Díaz Bravo L, García Durán R. Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Inv Ed Med*. 2012; 1 (2): 90-95. <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v1n2/v1n2a7.pdf>
15. Santos Pastor ML, Cañadas L, Martínez Muñoz LF, García Rico L. Diseño y validación de una escala para evaluar el aprendizaje-servicio universitario en actividad física y deporte *Educ XX1*. 2020; 23(2):67-93. <https://doi.org/10.5944/educXX1.25422>.
16. Espinoza SC, Novoa-Muñoz F. Ventajas del alfa ordinal respecto al alfa de Cronbach ilustradas con la encuesta AUDIT-OMS. *Rev Panam Salud Publica* 2018; 42:e65. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.65>
17. Warrens MJ. On Cronbach's Alpha Ace the Piss of All Split-Half Reliabilities. In: *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*. 2015;89:293-300. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07503-7_18.
18. Tavakol M, Dennick R. Making sense of Cronbach's alpha. *Int J Med Educ*. 2011; 2:53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
19. Cisterna-Hidalgo SS, Cabezas-González ME, Ulesca-Pretty M. Supervisor clínico en hospital de mediana complejidad: opinión de estudiantes de nutrición y dietética. *Rev Fac Med*. 2018;66(1):53-58. <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.61499>
20. Lemaitre M. Aseguramiento de la calidad: una política y sus circunstancias. En: Bernasconi A. *La Educación superior de Chile: transformación, desarrollo y crisis*. Santiago de Chile, Ediciones Universidad Católica. 2015, p 627.
21. López DA, Rojas MJ, López BA, Espinoza O. Quality assurance and the classification of universities: the case of Chile. *Quality Assurance in Education* 2020; 28 (1): 33-48. <https://doi.org/10.1108/QAE-05-2019-0051>
22. Crovetto M, López D. Análisis cualitativo de los procesos regulatorios de la calidad en los programas de Nutrición y Dietética en Chile. *Rev Chil Nutr*. 2021;48(2):213-221. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182021000200213
23. Bettancourt L, Muñoz LA, Barbosa Merighi MA, dos Santos MF. Nursing teachers in clinical training areas: a phenomenological focus. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2011;19(5):1197-1204. <https://doi.org/10.1590/s0104-11692011000500018>.
24. Solano-Ruiz Ma, Siles González J. La figura del tutor en el proceso de prácticas en el Grado de Enfermería. *Index Enferm*. 2013; 22(4):248-252. <http://dx.doi.org/10.4321/S1132-12962013000300014>
25. Tiscornia C, Santelices L, Vásquez F, Castillo O. Efectividad de la formación en tutoría clínica en nutrición. *Rev Chil Nutr*. 2019;46(3):271-278. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000300271>.
26. Navarro HN, Illesca PM, Cerda GC, Rojo VR, González OL, Gittermann CR. Evaluación del desempeño docente clínico: diseño y validación de un instrumento. *Inv Ed Med* 2021;10(37):61-70. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.37.20264>.
27. Rodríguez Alvarez IH, López Cabrera MV, Díaz Elizondo JA, Góngora Cortés JJ, Pacheco Alvarado KP. Evaluation of the quality of clinical fields for undergraduate teaching in Mexico. *Educ Médic*. 2018;19:306-312. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.07.007>
28. Luque-Vara T, Linares-Manrique M, Fernández-Gómez E, Martín-Salvador A, Sánchez-Ojeda MA, Enrique-Mirón C. Content Validation of an Instrument for the Assessment of School Teachers' Levels of Knowledge of Diabetes through Expert Judgment. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(22):8605. doi: 10.3390/ijerph17228605.
29. Fernández-Gómez E, Martín-Salvador A, Luque-Vara T, Sánchez-Ojeda MA, Navarro-Prado S, Enrique-Mirón, C. Content Validation through Expert Judgement of an Instrument on the Nutritional Knowledge, Beliefs, and Habits of Pregnant Women. *Nutrients* 2020; 12 (4):1136. <http://dx.doi.org/10.3390/nu12041136>.
30. Arancibia A, Paredes P, Salibe S, Alfaro M. Propiedades psicométricas de la versión en español de un cuestionario para evaluar la simulación clínica en titulaciones de Ciencias de la Salud. 2022; 32 (1): 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.08.003>
31. Gonzalez-Salas IC, Juárez-Hernández LG, Gámez-Mier CH. Adaptación y validación de un instrumento para evaluar los estereotipos negativos de la vejez. *Inv Educ Med* 2022;11(42):65-77. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2022.42.21412>.

Recibido: 12/04/2023
Aceptado: 26/06/2023

Effects of nutritional profile system and front labeling in food selection during purchases: a systematic review

Natalia B Bertorello¹ , Federico Minin¹ , Sharon Viscardi^{2,3} , Constanza Rodríguez Junyent¹ .

Abstract: Effects of nutritional profile system and front labeling in food selection during purchases: a systematic review. Introduction. Nutritional profiling systems (NPS) are mainly used in front-end labeling policies in order to make the purchase and consumption choice conscious and healthy. **Objective.** This study systematically reviewed evidence from interventions on the effect of NPS in the front-of-package on food purchases. **Materials and methods.** A bibliographic search was carried out in electronic sources from Medline, Elsevier, Scielo and Lilacs, of experimental studies and intervention between 2012 and 2022. A total of 14 articles were included in the review. They were analyzed according to the intervention modality used: 4 studies analyzed the effect of NPS in a real purchase situation and 10 evaluated purchase perception/intention. **Results.** According to the modality of intervention, the 6 studies that analyzed the NPS-warning system, all recorded healthier purchases compared to the control groups. While for the NPS-NutriScore, Health Star Rating and Multiple Traffic Lights were effective in the decision to purchase healthier foods, in 5 of 7 studies for the first NPS, in 4 of 7 for the second and in 4 of 8 for the third, compared with control groups. **Conclusions.** Findings of this study suggest that NPSs may be effective for healthy purchase choices, even so it is necessary to strengthen the system and policies with nutritional food education campaigns. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 144-153.**

Keywords: Nutritional profiling systems, frontal label, food purchase, experimental studies, systematic review.

Resumen: Efecto de los sistemas de perfilado nutricional y etiquetado frontal en la selección de alimentos durante la compra: una revisión sistemática. Introducción. Los sistemas de perfilado nutricional (SPN) son utilizados principalmente en políticas de etiquetado frontal con la finalidad de que la elección de compra y consumo sea consciente y saludable. **Objetivo.** Este estudio revisó sistemáticamente la evidencia de las intervenciones sobre el efecto de SPN en el frente del paquete en las compras de alimentos. **Materiales y métodos.** Se realizó una búsqueda bibliográfica en fuentes electrónicas de Medline, Elsevier, Scielo y Lilacs, de estudios experimentales e intervenciones entre 2012 y 2022. Se incluyeron un total de 14 artículos en la revisión. Fueron analizados según la modalidad de intervención utilizada: 4 estudios analizaron el efecto de los SPN en una situación de compra real y 10 evaluaron percepción/intención de compra. **Resultados.** Según la modalidad de intervención, los 6 estudios que analizaron el SPN-sistema de advertencia, todos registraron compras más saludables en comparación con grupo controles. Mientras que para los SPN-NutriScore, Estrellas de Salud y Semáforo Tricolor Múltiple fueron efectivas en la decisión de compra de alimentos más saludables, en 5 de 7 estudios para el primer SPN, en 4 de 7 para el segundo y en 4 de 8 para el tercero, comparados con grupo controles. **Conclusiones.** Los hallazgos de este estudio sugieren que los SPN pueden ser efectivos para elecciones de compras saludables, aun así, es necesario reforzar el sistema y las políticas con campañas de educación alimentaria nutricional. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 144-153.**

Palabras clave: sistemas de perfilado nutricional, etiquetado frontal, compra de alimentos, estudios experimentales, revisión sistemática.

Introduction

Due to the nutritional transition, eating patterns have undergone substantial changes during the last 30-40 years. Calorie availability has been increasing in recent decades worldwide by approximately 450 kcal per capita per day (1). A substantial part of this caloric rebound can be attributed to the increased consumption of ultra-processed foods and beverages (2), as a response to advances in industrialization, urbanization,

¹Carrera de Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina. ²Laboratorio de Investigación en Salud de Precisión, Departamento de Procesos Diagnóstico y Evaluación, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Temuco, Manuel Montt 56, Campus San Francisco –Temuco, Chile. ³Núcleo de investigación en Producción Alimentaria, Universidad Católica de Temuco, Rudecindo Ortega 02950 – Temuco, Chile.
Autor para la correspondencia: Natalia B Bertorello, E-mail: natalia.bertorello@ucc.edu.ar

economic development and the globalization of markets (3).

Accompanying this trend of unhealthy diets, obesity, overweight, and associated chronic noncommunicable diseases (NCDs) have progressively increased in all age groups and have become the leading cause of death and disability in the Region of the Americas (55% of all causes in 2012, according to world health estimates from the World Health Organization (WHO)(4). In Argentina, according to data from the Second Nutrition and Health Survey, excess weight is the form of most severe malnutrition in all age groups, with a prevalence of 13.6% in children under 5 years of age, 41.1% in children and adolescents between 5 and 17 years of age, and 67.9% in people of 18 years or older (5).

Recognizing this public health problem, the WHO proposes, among other measures, the efficient implementation of nutritional labeling on the front of the package (FOP) (6), the objective of which is to reduce cognitive efforts and the time to process the information on the labels, facilitating the choice of healthier foods at the time of purchase (7). For the design and implementation of an FOP nutrition label, a nutritional profiling system (NPS) is required, defined by the WHO as tools to classify foods according to the attributes of their nutritional composition, applied with the aim of preventing diseases and promoting health (8).

There are dozens of NPSs in the world, which is a sign of their importance. A main difference between these is the nature of the information they offer. The NPSs currently used around the world can be organized into two main categories: specific nutrient indicators and, on the other hand, summary indicators (9). The methodology used for the specific nutrient is based on thresholds, evaluating the content of each nutrient, considered critical, independently, contrasting it with the proposed nutritional parameters. While summary indicators use a scoring method that, through algorithms, weights both families of nutrients (critical and positive) (10). In the category of specific nutrients, there are two main formats:

numerical, such as the reference intake (RI) format initially known as guideline daily amount (GDA), developed in 2006 and applied internationally by the food industry (11) and codified by colors such as the multiple tricolor traffic light format (Multiple Traffic Lights, MTL) or simple traffic light, introduced in the United Kingdom in 2005 and in Ecuador in 2014, respectively (12-13). Finally, a novel format developed in South America corresponds to warning symbols, which are placed on foods according to their levels of certain nutrients (as in the Chilean system) (14).

Systems that implement summary indicators provide a global evaluation of the food product. Among these, we find those that use a scale of graduated scores (15) such as the NutriScore (also called 5C) implemented in France in 2017 and in Belgium and Spain in 2018 (16) and the Health Star Rating system (HSR), introduced in Australia and New Zealand in 2014 (17). And systems that use labeling with seals of approval such as Choices, implemented by the Netherlands in 2006 (18) and the Green Keyhole symbol or the lock system adopted by Sweden, Denmark, and Norway since 2009 (19) (Figure 1).

In Latin America, the FOP is mandatory in Peru, Chile, Mexico, Uruguay and recently in Argentina. The vast majority use the warning systems, these NPS are more often associated with “danger” due to the use of symbols, octagons (stopping sign) of colour black and white. Ecuador and Bolivia have implemented the simple traffic light, which is presented with green lights, indicative of the concept of “health,” and red as warning high in calories, saturated fat, free sugars, and sodium (20).

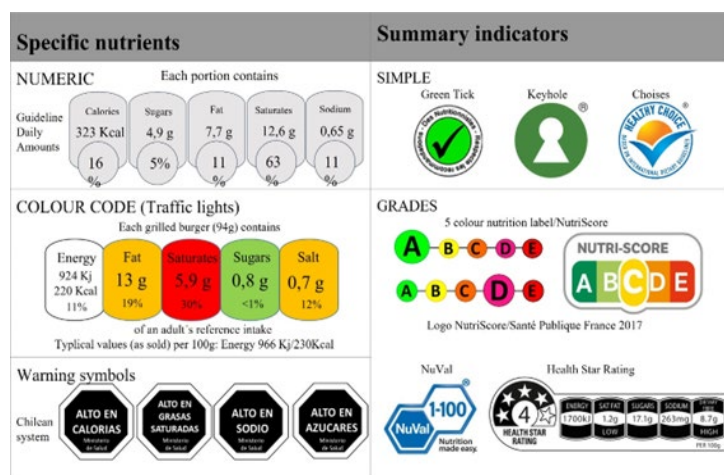


Figure 1: Types of NPS in use worldwide.

Most of the studies that have been carried out have focused on evaluating the role of NPS in helping consumers understand the nutrient compositions and general healthiness of food products, improving their knowledge about proper nutrition and healthy diet (21,22). However, the effect of NPS in persuading consumers to purchase healthier foods has been less studied.

Food shopping is the result of complex behavior that is influenced by multiple sociodemographic factors (eg, gender, race/ethnicity, age, and income level) (23) and contextual factors (eg, knowledge about nutrition, perceived health, taste preference, shopping environment, price, food product alternative, food environment, industry marketing, and political factors) (24,25). A change in the perception of the nutritional value of a food from the reading of the NPS does not necessarily translate into a modification of the purchase. Considering that food quality will ultimately be determined by the purchase and the combined consumption of food, this systematic review aimed to determine the effect of NPS on food purchase.

Materials and methods

Search strategy. A systematic search of the scientific literature was carried out, including data from June 2012 to June 2022, using the following electronic databases: Medline, Elsevier, Scielo, and Lilacs. The search algorithm included all possible combinations of keywords relating the exposure (nutrient profiling OR nutrient profiling system OR nutrient profiling model) and the outcome of interest (food purchases). The results of the study were reported according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses (PRISMA) model (26).

Selection criteria. Original experimental articles and intervention studies such as controlled clinical trials (CCTs), published in English, and studying adults over 18 years of both sexes, were included. Articles published in formal academic journals were selected. In addition, studies that analyzed perception or purchase intention were admitted.

To reduce the risk of bias, we excluded observational studies such as case-control, retrospective and prospective cohort studies, animal studies, non-original studies (meta-analyses, reviews, and comments), and intervention studies without a control group.

Selection of studies, data collection and synthesis of results. A search of the aforementioned databases was performed independently by two reviewers. The reading of the title or abstract of the articles was considered following the eligibility criteria described above. The full-text versions of all potentially eligible articles were then independently assessed by two reviewers with the aim of selecting articles for definitive entry into this study. Discrepancies were resolved through consensus. Extracted data included study authors, country, year of publication, study design (intervention), type of NPS studied, site and mode of intervention, number of participants, duration, and main outcomes.

Results

From the aforementioned search strategy mentioned, 362 Pubmed articles, 569 Science Direct articles, 29 Virtual Health Library articles, and 12 Scielo articles were identified. Considering the initial selection based on the title and abstract and after removing duplicates, 26 articles remained for evaluation of the full text and 16 of these publications were excluded for various reasons. After applying all the eligibility parameters, 14 articles were found to be suitable and were therefore included for the systematic review (Figure 2).

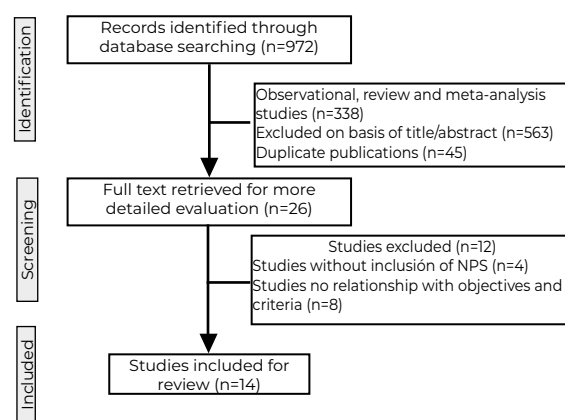


Figure 2. Flow diagram of literature search and selection of studie.

Regarding the basic characteristics of the 14 studies, all were published between 2016 and 2022. They were conducted in France (n=4), Australia (n=3), Canada (n=3), Netherlands (n=2), Mexico (n=1) and the United States (n=1). Study design included randomized controlled trials (RCT) (n=7), experimental (n=5), non-randomized controlled trial (n=1), and open-label, parallel trial (n=1). 13 studies incorporated a control group into their intervention, mostly (n=11) the methodology used was not to place the NPS on the food label and others (n=2) used the nutritional information table.

The studies were analyzed according to the intervention modality, as detailed below, actual/objective purchase and intention/perception of purchase. The descriptive data of the included studies are summarized in Tables 1 and 2.

Actual or objective purchase

Using the indicated selection criteria, 4 articles were included that analyzed the effect of NPSs in a real purchase situation (6823 subjects participated in total) (Table 1). These studies looked at a variety of NPSs, including health star rating (HSR) (n=4), multiple tricolor traffic light (MTL) (n=2), warning system (n=2), single traffic light (n=1), guideline daily amount (GDA) (n=1) and NutriScore or five colors (5C) (n=1). The interventions were carried out in a minimum of 4 weeks and a maximum of 12 weeks. These studies were conducted in naturalistic settings where people typically shop for food, such as supermarkets (27,28) and packaged goods outlets (29). In addition, a study carried out in Canada (30) was included within this category with the experimental supermarket modality, which tries to replicate the purchase behavior as faithfully as possible. To achieve this objective, the participants of said study received an amount of money to make your purchase. Of the studies that

Table 1. General characteristics of actual or objective purchase

Author, Year	Country	Type of study	Type of SPN studied	Site and mode of intervention	N° Particip.	Duration (weeks)	Main results and conclusions
Mhurchu, et al., 2017	Australia	RCT	i) STL; ii) HSR; iii) Control (NI table)	Supermarkets, using a smartphone application (NI scan)	n=1357	4	NPS-STL and HSR did not have a significant effect on food purchases. However, those shoppers who used the app the most had healthier purchases compared to the control group (p<0.05).
Neal, et al., 2017	Australia	RCT double-blind	i) HSR; ii) MTL; iii) GDA; iv) Warning system; v) Control (NI table)	Points of sale of packaged food, using a smartphone application (NI scan)	n=1578	4	There was no difference in the mean wholesomeness of the purchases for the NPS-HSR, MTL, or GDA (all p > 0.07), compared to the control. NPS-Warning resulted in healthier packaged food purchases (p=0.04).
Acton, et al., 2019	Canada	Experimental marketplace study	i) Warning system; ii) MTL; iii) HSR; iv) 5C; v) Control (without NI)	Experimental supermarket (participants select an image of the product among snack and beverage categories)	n=3584	≤12	The participants who saw the NPS of warnings, bought less sugar, SFA and calories in the purchase of drinks and less sodium and calories in snacks, in relation to the control group (p<0.05).
Cameron, et al., 2022	Australia	Non-RCT	i) HSR, divided into supermarkets with the intervention and supermarkets without intervention (control)	Supermarkets with the NPS-HSR posters on shelves	n=304	8	After the intervention with NPS-HSR posters, sales of high-quality products increased (4.5-5 stars) (p=0.03). In addition, there was a significant reduction (p=0.03) in the sales of total sugar, energy, SFA, TFA, CHO, sodium and protein.

RCT, Randomized controlled trial; STL, Simple traffic light; HSR, Health Star Rating; NI, Nutritional information; NL, nutrition label; NPS, Nutritional profiling systems; Non-RCT, Non-randomized controlled trial; MTL, Multiple tricolor traffic light; GDA, Guideline daily amounts; 5C, five colors; SFA, saturated fatty acids; TFA, Total fatty acids; CHO, carbs.

Table 2. General characteristics of perception/purchase intention

Author, Year	Country	Type of study	Type of SPN studied	Site and mode of intervention	N° Particip.	Duration (weeks)	Main results and conclusions
Julia, et al., 2016	France	RCT	i) 5C; ii) 5C plus consumer information; iii) Control (without front NL);	Shopper laboratory	n=901	≤16	The NPS-5C plus the information that explains its use was associated with a higher nutritional quality of the purchases of sweet cookies with respect to the control (p=0.02).
Ducrot, et al., 2016	France	RCT	i) GDA; ii) MTL; iii) 5C; iv) Green Tick; v) Control (without NL)	Online supermarket	n=11981	14	The NPS-5C led significantly (p<0.0001) to the highest nutritional quality with respect to the control. This NPS was the only one to lead to a lower content of TFA, SFA and sodium (all p<0.05) in the shopping cart.
Egnell, et al., 2019	France	RCT	i) 5C; ii) RI; iii) Control (without NL)	Experimental online supermarket	n=1866	≤28	The NPS-5C improves the general nutritional quality of purchases in Relation to RI (p=0.002). NutriScore reduced shopping cart content in terms of calories, SFA, sodium, fiber, and protein and increased fruit and vegetable content (all p<0.01).
Franco-Arellano, et al., 2020	Canada	RCT	i) Warning system; ii) HSR; iii) MTL; iv) Control (without NL)	Smartphone application and online survey to select "healthier" and "less healthy" drink	n= 1997	3	In less healthy drinks, all NPSs reduced (all p<0.01) purchase intentions compared to control. The NPS-HSR drove the most negative perception, followed by the warning label and the MTL, versus the control (p≤0.001)
Jáuregui, et al., 2020	México	Experimental	i) GDA; ii) MTL; iii) Warning system	Online supermarket	n=2194	≤12	The NPS-MTL and warnings are more effective in guiding healthier food choices with respect to GDA (all p<0.05).
Blitstein, et al., 2020	United States	Experimental	i) HSR; ii) MTL; iii) Hybrid (HSR plus NI); iv) Control (without NL)	Online supermarket	n=1452	≤8	All 3 NPS used as NL achieved significantly higher healthy purchase index (p<0.001) than the control group.
Vanderlee, et al., 2021	Canada	Parallel, open-label trial	i) Warning system; ii) HSR; iii) MTL; iv) Control (without NL)	Smartphone application and online survey	n= 1997	≤4	Purchasing intentions were more greatly suppressed when NPS-MTL carried at least two red lights, two or fewer stars in the HSR, and two warning symbols.
Folkvord, et al., 2021	Netherlands	Experimental	i) 5C; ii) Without NL 5C	Survey Platform	n=192	NE	No results were found for the use of the NPS-5C in purchase intentions (p=0.41).
Egnell, et al., 2021	France	RCT	i) 5C; ii) Controles: a) RI; b) Without NL	Experimental online supermarket	n=336	≤40	The NPS-5C identified the highest overall nutritional quality (p=0.02), also resulting in significantly (p<0.05) lower calorie and SFA content compared to the RI control group.
van den Akker, et al., 2022	Netherlands	Lab-in-field experiment	i)5C; ii) MTL; iii) Control (Without NL)	Supermarket choice experiment	n=299	≤4	The NPS-5C but not the MTL helped to identify the healthier option with respect to the control (p=0.001)

NE, non-specific; RI, Reference intakes

recorded purchases in a natural environment, in two of them the participants had to scan the barcodes of the products with an application on their smartphone and photographed the payment receipts (27,29). In the third, posters were placed on supermarket

shelves for those packaged products that had 4.5 or 5 stars using the NPS-HSR (28) and supermarkets reported sales within a specific time window to assess purchasing behavior.

Of the studies that analyzed the NPS-HSR, three reported no effect on purchases (27,29,30); however, Mhurchu *et al* (30) showed that those shoppers who used the application the most had healthier purchases compared to the control group. On the other hand, the study by Cameron *et al* (28) showed a significant reduction ($p=0.03$) in the sales of total sugar, energy, total fatty acids (TFA), saturated fatty acids (SFA), carbohydrates (CHO), sodium and protein, and increased sales of high-quality products (4.5 stars) in intervention stores compared to control stores.

Among the interventions that evaluated warning systems in food purchases (29,30), one of them evidenced the purchase of healthier packaged foods (29) and Acton *et al*(30) reported that those participants who viewed this NPS purchased less sugar, SFA and calories in the purchase of beverages and less sodium and calories in snacks, in relation to the control group.

Figure 3 summarizes the main results of the actual or objective purchase.

Perception/purchase intention

We identified 10 interventions (22945 subjects in total) that assessed purchase perception/intention (Table 2). In relation to the study variable, the NPSs analyzed were 5C (n=6), MTL (n=6), warnings system (n=3), HSR (n=3), GDA (n=2), reference intakes (RI) (n=2), seal of approval (n=1) and hybrid (n=1). The interventions lasted between 4 and 40 weeks. 5 of these studies were conducted in a controlled intervention environment using an online supermarket methodology (32,33,35,36,39). Another 3 used online surveys, two of them through a smartphone application (34,37) and the remaining one used a survey platform (38). Finally, two studies carried out their intervention from a shopping laboratory, where the participants' choices were filmed (31,40), the particularity was that one carried out its experiment in the field, that is, in a supermarket (40).

In relation to the 6 (31-33,38-40) studies that evaluated the effects of NPS-5C or NutriScore,

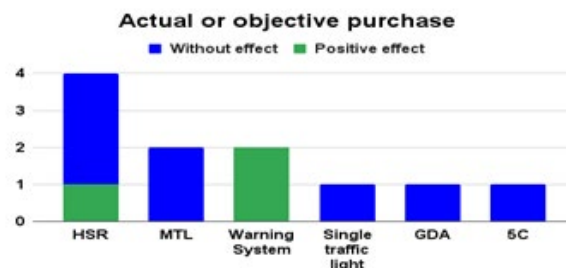


Figure 3. Main results of the actual or objective purchase according to types of NPS

5 reported that the use of this NPS allowed to identify significantly ($p<0.05$) the highest nutritional quality of the purchase (31-33,39,40), compared to the control group. In addition, these investigations showed that the use of NutriScore on the front of the package led to a lower content of TFA (32), SFA (32,33,39), sodium (32,33), calories (33,39), fiber and protein and an increase in the amount of fruits and vegetables (33) (all $p<0.05$) in the shopping cart compared to NPS-GDA, seal of approval, no nutrition label, MTL (32) and reference intakes(33,39). Julia *et al* (31) reported that the use of NPS-5C plus a brochure explaining its use led to a better-quality purchase for sweet cookies compared to the control group.

Regarding the 4 interventions that used NPS-HSR, MTL and warning system, all studies showed positive results with one of these NPS. Jauregui *et al* (35) showed that the NPS-MTL and warnings are more effective in guiding healthy food choices with respect to GDA. Similarly, Blitstein *et al* (36) reported that the healthy shopping index had a higher score with the MTL and HSR, with respect to the non-incorporation of an NPS on the food label. In addition, Franco-Arellano (34) showed regarding the purchase of less healthy beverages, that the use of the NPS-MTL, HSR and warning system on the front of the package decreased their purchase intentions and that HSR promoted the perception more negative, followed by the warning system and the MTL, compared to the control ($p\leq 0.001$). Finally, Vanderlee *et al* (37) found that purchase intentions were greatly suppressed when the NPS-MTL had at least two red lights, the HSR two or fewer stars, and two warning symbols.

Figure 4 summarizes the main results of the perception/purchase intention.

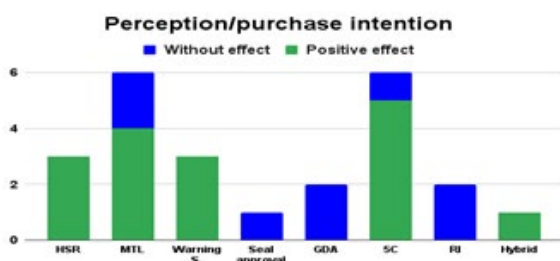


Figure 4. Main results of the perception/purchase intention according to types of NPS.

Discussion

This study, a systematic review on the effect of NPSs on the front of the package in food selection during purchases, provides convincing results of the beneficial influence of the use of NPSs, as it would guide the consumer to healthier food choices at the time of purchase.

We identified 14 relevant and adequate studies published from 2016 to 2022. These studies provided evidence from 29838 people from various countries. A variety of NPSs were evaluated, including stoplights, NutriScore, health star ratings, guideline daily amount, warning system, and seal of approval.

When studying the experimental interventions according to the response variable, it is observed that when the actual purchase and the perception of purchase were analyzed, the warning system led to healthier purchases. This may be because the graphic used is often associated with "danger" due to the use of symbols (eg, octagon, stop sign), color (black and white), and warning texts, this NPS attracts attention to consumers efficiently, and therefore requires less time to process the information (41-43). On the other hand, the warning system presents as a novel characteristic that it uses the absence of warning stamps to indicate the healthiness of a product (37). In this way, they could avoid misperceptions of consumers towards some products described as "healthy" by manufacturers, reducing the possible "halo effect" (34).

This review showed positive effects of the NPS-HSR on food purchase when perception of purchase was assessed, while the effects were mixed when purchase was actual. The HSR system is useful for comparing the nutrient profile of products within a single food category, but not between them (37,44). There is

empirical evidence on the effectiveness of the HSR for the identification of products of higher nutritional quality (45,46), it would be that this type of NPS corresponds to the category of interpretative ones that use summary indicators (17). The HSR has also been shown to elicit more accurate perceptions of unhealthy food items, thus avoiding positivity bias (47). Evidence indicates that interpretive NPSs have relatively small effects on consumer food choices at the population level. The use of these NPSs on the front of the package could achieve greater effects if implemented in the real world for a longer time and accompanied by educational campaigns on their use (27).

NutriScore or the 5C logo and the MTL did not show effects in the actual purchase situation, but they did show positive changes when purchasing perception was studied. These two NPSs share the characteristic of using a color code or scale, the green and red colors, corresponding to the recognized signals, may be easier to understand and interpret, the green being associated with safety and a "go" signal and red associated with danger and the "stop" sign (48,49). Nevertheless, we must differentiate that the MTL qualifies the level of each objective nutrient, while NutriScore summarizes the general level of the nutritional quality considering all the preferable and detrimental nutrients (50). NutriScore stands out for being easily understood by consumers, even among those of low socioeconomic status (9,51). However, critics of the NPS-5C have mentioned several problems, such as that its algorithm does not consider the degree of processing of a food, thus, food products can qualify well from a nutritional point of view, even though they are highly processed (52) and on the other hand, that its score is calculated in 100g/mL and not per portion (53).

The results of our review are similar to the study by Temple (16), which observed that the NPSs that would be most successful in affecting consumers' intention to purchase healthy foods would be the warning system first, followed by the MTL, NutriScore and lastly HSR.

Strength of this review is that it used a rigorous systematic approach to evaluate the efficacy of the use of NPS on the FOP for the purchase of healthy foods, currently being such a relevant issue for public health, offering conclusions that support the implementation of these food education tools for consumers as a strategy to address unhealthy diets and NCDs. NPSs used in food empower consumers by providing nutritional information (54). Finally, nutritional labels can also induce the industry to produce healthier foods through nutrient reformulation (55,56).

However, the limitations of the study should also be mentioned. First, demographic factors that could affect the results were excluded from the analysis, such as socioeconomic level, since it is a highly determining factor when purchasing food. Second, most of the interventions included in the systematic review used simulated shopping as their experimental design; very few studies have been conducted in real-world supermarkets. Studies using this latter intervention generate results that have much more credibility than studies using a shopping simulation. This is because buyers are not part of an experiment (which could influence their behavior) and buyers have several weeks or months to adjust to NPSs instead of a single experiment

Conclusions

NPSs in the FOP had a positive impact on the decision to purchase healthier foods in 100% of the interventions that tested the warnings system, in 71% of studies that tested NutriScore, in 57% the interventions that tested HSR and in 50% of interventions that analyzed MTL. What accounts for the effectiveness of the system, even so, it is necessary to reinforce the system and policies with nutritional food education campaigns.

Acknowledgments

This work was supported by project grant code 80020180100160CC funded by Universidad Católica de Córdoba and by project number

VIPUCT2021PRO-WB-01, funded by Universidad Católica de Temuco, Chile. Also, we thank MINEDUC UCT21102, Government of Chile.

Conflicts of interest

The authors declare they have no conflicts of interest.

References

1. Vasileška A, Rechkoska G. Global and regional food consumption patterns and trends. *Procedia Soc Behav Sci.* 2012; 44:363-369. doi:10.1016/j.sbspro.2012.05.040.
2. Monteiro CA, Moubarac JC, Cannon G, Ng SW, Popkin B. Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obes Rev.* 2013;14(Suppl 2):21-28. doi: 10.1111/obr.12107.
3. Organización Mundial de la Salud. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Ginebra, Consulta Mixta de Expertos OMS/FAO, 2003. pp. 13-15.
4. da Costa Louzada ML, Bortoletto Martins AP, Silva Canella D, *et al.* Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Rev Saude Publica.* 2015; 49:38. doi: 10.1590/S0034-8910.2015049006132.
5. Secretaría de Gobierno de Salud. Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Buenos Aires, Ministerio de Salud y Desarrollo Social, 2019. pp. 17-27.
6. World Health Organization. Follow-up to the Political Declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Non communicable Diseases. Sixty-sixth World Health Assembly, 2013. pp. 25.
7. Cecchini M, Warin L. Impact of food labelling systems on food choices and eating behaviours: a systematic review and meta-analysis of randomized studies. *Obes Rev.* 2016; 17(3):201-210. doi: 10.1111/obr.12364.
8. World Health Organization. Nutrient profiling: report of a technical meeting. London, OMS/IASO, 2010. pp. 20.
9. Julia C, Hercberg S, World Health Organization. Regional Office for Europe. Development of a new front-of-pack nutrition label in France: the five-colour Nutri-Score. *Public Health Panor.* 2017;3(4):712-725.
10. Sistemas de Perfilado Nutricional: Bases Metodológicas para su Análisis. Hernandez M, Carmuega E. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil, 2018.
11. Food and Drink Federation. Food and drink labelling: A tool to encourage healthier eating. London, 2013. pp. 16.
12. Food Standard Agency. Front of Pack Nutritional Signpost Labelling Technical Guidance. UK: Food Standard Agency, 2007.
13. Ministerio de Salud Pública (Ecuador). Reglamento de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano. Registro Oficial Suplemento 318, 2014, Acuerdo Ministerial 5103.
14. Carreño I. Chile's Black STOP Sign for Foods High in Fat, Salt or Sugar. *Eur J Riesgo Regul.* 2015;6(4):622-628.

15. Britos S. Perfiles Nutricionales. Definiciones y estado de situación del tema en Argentina. *Diaeta*. 2017;35(160):8-15.
16. Temple NJ. Front-of-package food labels: A narrative review. *Appetite*. 2020; 144:104485. doi: 10.1016/j.appet.2019.104485.
17. Jones A, Thow AM, Ni Mhurchu C, Sacks G, Neal B. The performance and potential of the Australasian Health Star Rating system: a four-year review using the RE-AIM framework. *Aust N Z J Public Health*. 2019;43(4):355-365. doi: 10.1111/1753-6405.12908
18. Roodenburg AJC, Popkin BM, Seidell JC. Development of international criteria for a front of package food labelling system: the International Choices Programme. *Eur J Clin Nutr*. 2011;65(11): 1190-1200. doi:10.1038/ejcn.2011.101
19. Swedish National Food Administration, Danish Veterinary and Food Administration, Norwegian Directorate of Health and Norwegian Food Safety Authority. Design manual for the Keyhole logo - prepacked food and generic marketing, 2012. pp. 10.
20. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, Organización Panamericana de la Salud, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Etiquetado Nutricional en la Parte Frontal del Envase en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 2022.
21. Van Kleef E, Dagevos H. The Growing Role of Front-of-Pack Nutrition Profile Labeling: A Consumer Perspective on Key Issues and Controversies. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015;55(3):291-303. doi: 10.1080/10408398.2011.653018.
22. El-Abadi NE, Taylor SF, Micha R, Blumberg JB. Nutrient Profiling Systems, Front of Pack Labeling, and Consumer Behavior. *Curr Atheroscler Rep*. 2020;22(8):36. doi: 10.1007/s11883-020-00857-5.
23. French SA, Tangney CC, Crane MM, Wang Y, Appelhaus BM. Nutrition quality of food purchases varies by household income: the SHOPPER study. *BMC Public Health*. 2019;19:231. doi: 10.1186/s12889-019-6546-2.
24. Nestle M, Wing R, Birch L, et al. Behavioral and Social Influences on Food Choice. *Nutr Rev*. 1998;56(5Pt2): S50-64. doi: 10.1111/j.1753-4887.1998.tb01732.x.
25. Sanlier N, Karakus SS. Evaluation of food purchasing behaviour of consumers from supermarkets. *British Food Journal*. 2010;112(2):140-150. doi: 10.1108/00070701011018824.
26. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *BMJ*. 2009;339: b2700. doi: 10.1136/bmj. b2700
27. Ni Mhurchu C, Volkova E, Jiang Y, et al. Effects of interpretive nutrition labels on consumer food purchases: the Starlight randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2017;105(3):695-704. doi: 10.3945/ajcn.116.144956
28. Cameron AJ, Brown A, Orellana L, et al. Change in the Healthiness of Foods Sold in an Australian Supermarket Chain Following Implementation of a Shelf Tag Intervention Based on the Health Star Rating System. *Nutrients*. 2022;14(12):2394. doi: 10.3390/nu14122394.
29. Neal B, Crino M, Dunford E, et al. Effects of Different Types of Front-of-Pack Labelling Information on the Healthiness of Food Purchases-A Randomised Controlled Trial. *Nutrients*. 2017;9(12):1284. doi: 10.3390/nu9121284.
30. Acton RB, Jones AC, Kirkpatrick SI, Roberto CA, Hammond D. Taxes and front-of-package labels improve the healthiness of beverage and snack purchases: a randomized experimental marketplace. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2019;16(1): 46. doi: 10.1186/s12966-019-0799-0.
31. Julia C, Blanchet O, Méjean C, et al. Impact of the front-of-pack 5-colour nutrition label (5-CNL) on the nutritional quality of purchases: an experimental study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2016; 13:101. doi: 10.1186/s12966-016-0416-4.
32. Ducrot P, Julia C, Méjean C, Kesse-Guyot E, Touvier M, Fezeu LK, et al. Impact of Different Front-of-Pack Nutrition Labels on Consumer Purchasing Intentions: A Randomized Controlled Trial. *Am J Prev Med*. 2016;50(5):627-636. doi: 10.1016/j.amepre.2015.10.020
33. Egnell M, Boutron I, Péneau S, et al. Front-of-Pack Labeling and the Nutritional Quality of Students' Food Purchases: A 3-Arm Randomized Controlled Trial. *Am J Public Health*. 2019;109(8):1122-1129. doi: 10.2105/AJPH.2019.305115
34. Franco-Arellano B, Vanderlee L, Ahmed M, Oh M, L'Abbé M. Influence of front-of-pack labelling and regulated nutrition claims on consumers' perceptions of product healthfulness and purchase intentions: A randomized controlled trial. *Appetite*. 2020; 149:104629. doi: 10.1016/j.appet.2020.104629.
35. Jáuregui A, Vargas-Meza J, Nieto C, et al. Impact of front-of-pack nutrition labels on consumer purchasing intentions: a randomized experiment in low- and middle-income Mexican adults. *BMC Public Health*. 2020;20(1):463. doi: 10.1186/s12889-020-08549-0.
36. Blitstein JL, Guthrie JF, Rains C. Low-Income Parents' Use of Front-of-Package Nutrition Labels in a Virtual Supermarket. *J Nutr Educ Behav*. 2020;52(9):850-858. doi: 10.1016/j.jneb.2020.04.003.
37. Vanderlee L, Franco-Arellano B, Ahmed M, Oh A, Lou W, L'Abbé MR. The efficacy of 'high in' warning labels, health star and traffic light front-of-package labelling: an online randomized control trial. *Public Health Nutr*. 2021;24(1):62-74. doi: 10.1017/S1368980020003213.
38. Folkvord F, Bergmans N, Pabian S. The effect of the nutri-score label on consumer's attitudes, taste perception and purchase intention: An experimental pilot study. *Food Quality and Preference*. 2021;94(4):104303. doi:10.1016/j.foodqual.2021.104303.
39. Egnell M, Boutron I, Péneau S, et al. Randomised controlled trial in an experimental online supermarket testing the effects of front-

- of-pack nutrition labelling on food purchasing intentions in a low-income population. *BMJ Open.* 2021;11(2):e041196. doi: 10.1136/bmjopen-2020-041196.
40. van den Akker K, Bartelet D, Brouwer L, Luijpers S, Nap T, Havermans R. The impact of the nutri-score on food choice: A choice experiment in a Dutch supermarket. *Appetite.* 2022; 168:105664. doi: 10.1016/j.appet.2021.105664.
41. Deliza R, Alcantara M, Pereira R, Ares G. How do different warning signs compare with the guideline daily amount and traffic-light system? *Food Qual Prefer.* 2020; 80:103821. doi: 10.1016/j.foodqual.2019.103821.
42. Ares G, Aschemann-Witzel J, Curutchet MR, et al. Product reformulation in the context of nutritional warning labels: Exploration of consumer preferences towards food concepts in three food categories. *Food Res Int.* 2018; 107: 669-674. doi: 10.1016/j.foodres.2018.03.021.
43. Nobrega L, Ares G, Deliza R. Are nutritional warnings more efficient than claims in shaping consumers' healthfulness perception? *Food Qual Prefer.* 2020; 79: 103749. doi: 10.1016/j.foodqual.2019.103749
44. Australian Government. Guide for Industry to the Health Star Rating Calculator (HSRC); Australian Government: Canberra, Australia, 2016.
45. Ikonen I, Sotgiu F, Aydinli A, Verlegh PJW. Consumer effects of front-of-package nutrition labeling: an interdisciplinary meta-analysis. *J Acad Mark Sci.* 2019; 48: 360-383. doi: 10.1007/s11747-019-00663-9.
46. Lundeberg PJ, Graham DJ, Mohr GS. Comparison of two front-of-package nutrition labeling schemes, and their explanation, on consumers' perception of product healthfulness and food choice. *Appetite.* 2018; 125: 548-556. doi: 10.1016/j.appet.2018.02.027.
47. Talati Z, Pettigrew S, Kelly B, Ball K, Dixon H, Shilton T. Consumers' responses to front-of-pack labels that vary by interpretive content. *Appetite.* 2016; 101:205-213. doi: 10.1016/j.appet.2016.03.009.
48. Vasiljevic M, Pechey R, Marteau TM. Making food labels social: the impact of colour of nutritional labels and injunctive norms on perceptions and choice of snack foods. *Appetite.* 2015; 91: 56-63. doi: 10.1016/j.appet.2015.03.034.
49. Julia C, Peneau S, Buscail C, Gonzalez R, Touvier M, Hercberg S. Perception of different formats of front-of-pack nutrition labels according to sociodemographic, lifestyle and dietary factors in a French population: Cross-sectional study among the NutriNet-Sante cohort participants. *BMJ Open.* 2017;7(6): e016108. doi: 10.1136/bmjopen-2017-016108.
50. Song J, Brown MK, Tan M, et al. Impact of color-coded and warning nutrition labelling schemes: A systematic review and network meta-analysis. *PLoS Med.* 2021;18(10): e1003765. doi: 10.1371/journal.pmed.1003765.
51. Egnell M, Ducrot P, Touvier M, et al. Objective understanding of Nutri-Score Front-Of-Package nutrition label according to individual characteristics of subjects: Comparisons with other format labels. *PLoS One.* 2018;13(8):e0202095. doi: 10.1371/journal.pone.0202095.
52. Romero Ferreiro C, Lora Pablos D, Gómez de la Cámara A. Two Dimensions of Nutritional Value: Nutri-Score and NOVA. *Nutrients.* 2021;13(8):2783. doi:10.3390/nu13082783.
53. Andreeva VA, Egnell M, Touvier M, Galan P, Julia C, Hercberg S. International evidence for the effectiveness of the front-of-package nutrition label called Nutri-Score. *Cent Eur J Public Health.* 2021;29(1):76-79. doi: 10.21101/cejph.a6239.
54. Campos S, Doxey J, Hammond D. Nutrition labels on prepackaged foods: a systematic review. *Public Health Nutr.* 2011;14(8):1496-1506. doi:10.1017/S1368980010003290.
55. Emrich TE, Qi Y, Cohen JE, Lou WY, L'Abbe ML. Front-of-pack symbols are not a reliable indicator of products with healthier nutrient profiles. *Appetite.* 2015; 84: 148-153. doi: 10.1016/j.appet.2014.09.017.
56. Hawkes C, Smith TG, Jewell J. Smart food policies for obesity prevention. *Lancet.* 2015; 385(9985): 2410-2421. doi:10.1016/S0140-6736(14)61745-1.

Recibido: 01/02/2023
Aceptado: 21/03/2023

Identificación de polimorfismos obesogénicos en mexicanos

Verónica Alexandra Robayo Zurita¹ 

Resumen: Identificación de polimorfismos obesogénicos en mexicanos. Introducción. La obesidad es una enfermedad metabólica caracterizada por el aumento del índice de la masa corporal. El riesgo de obesidad depende de factores ambientales, del estilo de vida y de la presencia de variantes genéticas originadas por mutaciones únicas y polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs). Estudios han mostrado la importancia de la etnia en la heredabilidad de las variantes genéticas asociadas al desarrollo de la obesidad. En México, la prevalencia de sobrepeso y la obesidad es del 38.8 % y 32.4 %, respectivamente. **Objetivo.** El objetivo de este estudio es determinar SNPs que influyen de manera distintiva en el desarrollo de la obesidad de mexicanos. **Materiales y métodos.** Se realizó un estudio bibliográfico en la base de datos Pubmed con 70 artículos que estudian la asociación de diferentes SNPs con el desarrollo de la obesidad en mexicanos. **Resultados.** Se identifican los SNPs rs17782313 (MC4R), rs6548238 (TMEM18), rs6265 (BDNF) y rs7488665 (SH2B1) con un comportamiento diferencial respecto a los resultados obtenidos en población caucásica y el SNPs rs6232 del gen PCSK1 asociado con la aparición de la obesidad en edades juveniles en la población mexicana. **Conclusiones.** Concluyendo que la caracterización detallada de los genes de mayor incidencia en las distintas etnias contribuye a establecer estrategias personalizadas en particular de la población mexicana y que permitan desarrollar un sistema de alta sensibilidad para determinar la susceptibilidad a la obesidad. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 154-168.**

Palabras clave: obesidad, polimorfismos de un solo nucleótido, mexicanos.

Introducción

La obesidad es una enfermedad metabólica representada por el incremento del índice de la masa corporal (IMC). En México, la prevalencia de sobrepeso es 38.8 % y la obesidad 32.4 %, (1). Como

Abstract: Identification of obesogenic polymorphisms in Mexicans. Introduction. Obesity is a metabolic disease characterized by an increase in the body mass index. The risk of obesity depends on environmental factors, lifestyle and the presence of genetic variants caused by single mutations and single nucleotide polymorphisms (SNPs). Studies have shown the importance of ethnicity in the heritability of genetic variants associated with the development of obesity. In Mexico, the prevalence of overweight and obesity is 38.8% and 32.4%, respectively. **Objective.** The objective of this study is to determine SNPs that have a distinctive influence on the development of obesity in Mexicans. **Materials and Methods.** A bibliographical study was carried out in the Pubmed database and 70 papers were found that study the association of different SNPs with the development of obesity in Mexicans. **Results.** The SNPs rs17782313 (MC4R), rs6548238 (TMEM18), rs6265 (BDNF) and rs7488665 (SH2B1) with a differential behavior with respect to the results obtained in the Caucasian population, and the SNPs rs6232 of the PCSK1 gene associated with the appearance of obesity in youth in the Mexican population. **Conclusions.** Concluding that the detailed characterization of the genes with the highest incidence in the different ethnic groups contributes to establish personalized strategies in particular of the Mexican population and that allow the development of a highly sensitive system to determine susceptibility to obesity. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(2): 154-168.**

Keywords: obesity, single nucleotide polymorphism, Mexican.

consecuencia, la obesidad y sus comorbilidades son una de las primeras causas de mortalidad prematura y evitable en el país (3), determinada por la interacción de factores genéticos y ambientales, constituye un factor de riesgo de otras enfermedades asociadas, o comorbilidades, como diabetes tipo 2, asma, enfermedades del hígado graso no alcohólico y varios tipos de cáncer (2). De conjunto, todas estas enfermedades representan un problema de salud que afecta tanto a países desarrollados como a los países en vías de desarrollo (3). Los factores de riesgo de

¹Carrera de Nutrición y Dietética - Universidad Técnica de Ambato - Ecuador.
Autor para la correspondencia: Verónica Alexandra Robayo-Zurita,
E-mail: va.robayo@uta.edu.ec

padecer obesidad se relacionan directamente con los hábitos nutricionales. Sin embargo, la presencia de variantes genéticas originadas por mutaciones únicas y polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) explican entre el 40% y el 70% de la heredabilidad del IMC (5,6).

Con el acceso cada vez mayor a herramientas de diagnóstico de alta precisión para las investigaciones genéticas, se han identificado numerosos genes que influyen en el fenotipo. Los estudios genéticos especializados están ayudando a desentrañar la compleja fisiología que subyace a la regulación y el control del IMC. El mapa de genes de obesidad humana informa 127 genes candidatos para la obesidad (7), y raramente esta enfermedad ocurre en familias de acuerdo con un patrón de herencia claro causado por cambios en un solo gen.

Una descripción detallada de los genes con mayor frecuencia en los diferentes grupos étnicos debería ayudar a establecer estrategias personalizadas a nivel individual y étnico (2,3). Existe un número limitado de estudios sobre los genes que predisponen a padecer la obesidad en la población mexicana; disponer de una caracterización detallada de estos genes permitirá desarrollar estrategias más efectivas para la prevención y el control de esta enfermedad en la población mexicana. El objetivo general de este estudio es identificar variantes genéticas que predisponen el desarrollo de la obesidad en la población mexicana, y determinar las características distintivas comparadas con las variantes genéticas identificadas en otras poblaciones.

Materiales y métodos

La búsqueda bibliográfica se realizó en la base de datos Pubmed. Se incluyeron en la búsqueda los artículos publicados 2011 al 2021, utilizando como palabras clave: obesity, mexican, hispanic. Se incluyeron en el estudio los artículos publicados en español e inglés, que describen investigaciones diseñadas para determinar específicamente la asociación de factores genéticos y la obesidad tanto en niños como en adultos.

El desarrollo metodológico se realizó a partir de las consideraciones de la Declaración Prisma para el desarrollo de metaanálisis (8). Los artículos identificados se seleccionaron por inspección del Título y Resumen y se incluyeron los reportes con datos primarios o secundarios, que incluyeran estudios de asociación de variantes genéticas con el desarrollo de obesidad. La información obtenida se utilizó en un estudio comparativo, utilizando la estadística descriptiva para el análisis y la síntesis de las similitudes, diferencias y patrones en los datos de la población mexicana, en relación con otras poblaciones.

Extracción de datos

La extracción de los datos se realizó por inspección del texto completo. Para cada uno de los artículos seleccionados se extrajeron los datos de caracterización demográfica de la población en estudio. Como medida de la obesidad, se registró el IMC, calculado como el peso expresado en kilogramos por el cuadrado de la altura expresada en metros (kg/m^2), y normalizado por la edad (IMC), o clasificado a partir de los percentiles (Z-SCORE) propuestos por la Organización Mundial de la Salud: IMC peso normal (18.5-24.99), sobrepeso (≥ 25.0), y obesidad (≥ 30.0); y Z-SCORE se define como normal (+1 a -1 DE), sobrepeso ($> +1$ DE), obesidad ($\geq +2$ DE) (9).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se procesaron mediante el programa SPSS (v.13.0), para realizar un análisis estadístico descriptivo. La caracterización de las distintas variables se realizó mediante el cálculo de la mediana y el rango, y la frecuencia, expresada como valores porcentuales. Para la determinación de los términos descriptores de los genes asociados a la obesidad en la población mexicana se utilizó el paquete de programas David versión 6.8 Oct. 2016 (<https://david.ncifcrf.gov/>) (10).

Resultados

Como resultado de la estrategia de búsqueda utilizada, se seleccionaron un total de 70 artículos para extraer los datos de asociación de variantes genéticas con obesidad en la población mexicana (Tabla 1). Los artículos abarcan el período 2011-2021, y muestran una tendencia general a incrementar el número por año (Tabla 1),

Tabla 1. Variantes genéticas estudiadas en la población mexicana, en su asociación con el desarrollo de la obesidad.

Gen	SNPs asociados			SNPs no asociados		
	SNPs	Ref.	Población1	SNPs	Ref.	Población1
FTO	rs1121980	(22)	AM	rs62033400	(23)	NM
	rs140285	(16)	AM	rs6271	(13)	NM
	rs1421085	(23)	NM	rs6272	(13)	NM
	rs17817449	(5)	AM	rs6273	(13)	NM
	rs3751812	(22)	AM	rs6274	(13)	NM
	rs8044769	(22)	AM	rs6275	(13)	NM
	rs8057044	(24)	NM	rs6276	(13)	NM
	rs9930506	(22)	NM	rs6499640	(23)	NM
				rs7193144	(5)	AM
				rs8050136	(23)	NM
				rs8061518	(23)	NM
				rs9939609	(25)	NM
				rs9939973	(23)	NM
	LEPR	rs1805134	(26)	AM	rs1137101	(18)
					(27)	NM
				K109R	(28)	NM
				Q223R	(28)	NM
				K656N	(28)	NM
				rs1892534	(29)	AH
				rs1137100	(26)	AM
				Ser492Thr	(26)	AM
				rs1805094	(26)	AM
				rs1805096	(26)	AM
TCF7L2	rs11196175	(30)	AM	rs7903146	(5)	AM
	rs12255372	(30)	AM		(33)	AM
		(31)	NM	rs7085532	(5)	AM
		(32)	AH	rs4506565	(5)	AM
				rs7901695	(5)	AM
				rs6585194	(5)	AM
				rs10885406	(5)	AM
				rs290483	(5)	AM
ADIPOQ	rs822396	(34)	AM	rs6444174	(23)	NM
	rs2241766	(18)	AM	rs2241766	(33)	AM
					(35)	AM
					(5)	AM
					(36)	AM
				rs3774262	(5)	AM
				rs1063539	(5)	AM
				rs1501299	(5)	AM
				rs266729	(5)	AM

Tabla 1. Variantes genéticas estudiadas en la población mexicana, en su asociación con el desarrollo de la obesidad. (Cont.)

Gen	SNPs asociados			SNPs no asociados		
	SNPs	Ref.	Población1	SNPs	Ref.	Población1
MC4R	rs6567160	(25)	NM	rs11872992	(23)	NM
	rs2168708	(37)	NM	rs17782313	(23)	NM
	rs28753167	(37)	NM		(38)	NM
	rs72989246	(37)	NM	rs571312	(39)	NH
	rs6285	(13)	NM	rs12970134	(39)	NH
	rs17782313	(18)	AM			
PCSK1	rs1837269	(37)	NM	rs6232	(5)	AM
	rs6232	(40)	NM	rs6233	(5)	AM
				rs6234	(5)	AM
				rs6235	(5)	AM
					(40)	AM
IL-12B	rs6887695	(41)	AM	rs271921	(5)	NM
				rs1363670	(41)	AM
				rs3212220	(41)	AM
				rs3212227	(41)	AM
				rs1433048	(41)	AM
				rs2853694	(41)	AM
TMEM18	rs6548238	(18)	AM	rs1368439	(41)	AM
				rs6548238	(38)	NM
				rs7561317	(13)	NM
GNPDA2	rs7561317	(23)	NM	rs16857402	(23)	NM
	rs10938397	(18)	AM	rs6278	(13)	NM
KCTD15	rs13130484	(25)	NM			
	rs29941	(18)	AM	rs29942	(23)	NM
PPARG	Pro12Ala	(42)	AM	rs6281	(13)	NM
				rs1801282	(35)	AM
				rs3856806	(33)	AM
SLC30A8					(18)	AM
				rs6469675	(5)	AM
				rs2464592		AM
				rs2466293		AM
ABCA1	rs9282541	(43)	JM	rs13266634		AM
				rs2230806	(33)	AM
BDNF	rs6265	(44)	AM	rs6265	(13)	N/JM
		(45)	N/JM			
FAIM2	rs7132908	(25)	NM			
IL-15	rs1057972	(46)	AM	rs10833	(46)	AM
				rs3806798		AM
				rs4956403		AM
MTCH2				rs10838738	(23)	NM
					(18)	AM

Tabla 1. Variantes genéticas estudiadas en la población mexicana, en su asociación con el desarrollo de la obesidad. (Cont.)

Gen	SNPs asociados			SNPs no asociados		
	SNPs	Ref.	Población1	SNPs	Ref.	Población1
NEGR1				rs34305371	(23)	NM
				rs2815752	(18)	AM
					(13)	N/JM
PON1	L55M	(47)	AM	Q192R	(47)	AM
SEC16B	rs543874	(25)	NM	rs10913469	(39)	NH
					(13)	N/JM
SH2B1	rs7498665	(18)	AM	rs4788102	(39)	NH
				rs7359397	(39)	N/JM
				rs7498665	(13)	N/JM
CAPN10	SNP-44	(48)	NM	rs2975760	(33)	AM
				InDel-19	(48)	NM
				SNP-63	(48)	NM
GCK				rs1799884	(5)	AM
				rs12673242		AM
				rs2268576		AM
KCNJ11				rs5215	(5)	AM
				rs5210	(30)	AM
LRRN6C	rs10968576	(37)	NM			
MAF				rs1424233	(18)	AM
PAI-1	-675 4C/5G	(49)	NM	HindIII C/C	(50)	NM
	-844 G/A	(50)	NM			
TFAP2B	rs2206277	(37)	NM			
	rs987237	(13)	NM			
UCP2				rs660339	(51)	A/JM
				rs659366	(18)	AM
AHSG				rs2518136	(52)	AM
				rs4917		AM
APOA5				rs662799	(53)	JM
				rs964184	(43)	JM
CADM2				rs6266	(13)	NM
CAT	rs1001179	(54)	AM			
	rs7943316		AM			
CD36	rs1761667	(55)	NM			
COMT	rs933271	(56)	JM			
	rs4646310		JM			
CRCP				rs1417938	(29)	AH
				rs3093058		AH
ETS2	rs8128155	(37)	NM			
	rs7635103		NM			
ETV5				rs6267	(13)	NM
FANCL				rs6269	(13)	NM

Tabla 1. Variantes genéticas estudiadas en la población mexicana, en su asociación con el desarrollo de la obesidad. (Cont.)

Gen	SNPs asociados			SNPs no asociados		
	SNPs	Ref.	Población1	SNPs	Ref.	Población1
FLJ35779				rs6270	(13)	NM
GHRL	A-604G	(57)	AM			
HTR2A	rs9567733	(56)	JM			
	rs17069005		JM			
IL-10				rs1800896	(27)	NM
				rs1800871		NM
IL-6				rs1524107	(23)	NM
				rs2069845		NM
LMX1B	rs3829849	(25)	NM			
LRP1B				rs6282	(13)	NM
MTHFR				C677T	(58)	AM
MTIF3	rs4771122	(13)	NM			
NNMT	rs694539	(16)	AM			
	rs1941404		AM			
OLFM4	rs12429545	(25)	NM			
	rs9568856		NM			
PPARA	rs1800206	(33)	AM	rs1800206	(35)	AM
PPARGC1A	rs8192678	(35)	AM			
	Ser482Ser	(36) (21)	AM			
PRL				rs4712652	(18)	AM
PTBP2				rs1555543	(13)	NM
SOD	rs2070424	(54)	AM			
	rs4880		AM			
TMEM160	rs28590228	(37)	NM	rs3810291	(13)	NM
TNFA	rs361525	(33)	AM	308G/A	(59)	AM
				rs1800629	(27)	NM
				rs1800750	(23)	N/JM
UCP3	rs1800849	(18)	AM	rs1800849	(51)	A/JM
USP37	rs4674340	(37)	NM			
ABCG2				rs2231142	(60)	N/AM
ACE				rs4646994	(60)	N/AM
ACSL1				rs9997745	(35)	AM
ADAM23				rs13387838	(25)	NM
ADIPOR1				rs2275737	(5)	AM
ADRB1	Arg389Gly	(61)	NM			
AGT				rs699	(33)	AM
ANKK1	rs17115439	(62)	AM			
APOA4				rs675	(33)	AM
APOB	rs512535	(33)	AM			
APOE				rs405509	(33)	AM
BCDIN3D-FAIM2				rs7138803	(23)	NM
CNR1				rs10485170	(5)	AM
COL4A1	rs494558	(63)	NH			
DRD2/ANKK1	rs1800497	(64)	AM			

Tabla 1. Variantes genéticas estudiadas en la población mexicana, en su asociación con el desarrollo de la obesidad. (Cont.)

Gen	SNPs asociados			SNPs no asociados		
	SNPs	Ref.	Población1	SNPs	Ref.	Población1
ELP3				rs13253111	(25)	NM
FAM120AOS	rs944990	(25)	NM			
FGF21	rs11665896	(65)	NM			
FIGN	rs10192119	(37)	NM			
FOXO3/HSS00296402	rs9398171	(37)	NM			
GBE1	rs3860595	(37)	NM			
GCKR				rs1260326	(43)	JM
GIPR				rs6277	(13)	NM
GNB3				rs5443	(18)	AM
GPR61				rs7550711	(25)	NM
GPRC5BB	rs6279	(13)	NM			
GPX-1	rs10504050	(55)	AM			
GRP	rs1517035	(37)	NM			
GSTP1	rs614080	(66)	AM			
HHIP	rs11727676	(37)	NM			
HMGA1				rs6280	(13)	NM
HMOX1	rs2071749	(67)	AM			
HNF1A				rs7305618	(27)	NM
HNF4				rs1885088	(33)	AM
HOXB5	rs9299	(25)	NM			
HP				rs2000999	(68)	NM
IL-1β				rs1143643	(23)	NM
IL6R				rs2228145	(29)	AH
INSIG2	rs7566605	(18)	AM			
IRS2	10510452_139	(69)	NH			
IRX3				rs3751723	(16)	AM
KCNJ12				rs5219	(5)	AM
KLF6	rs12253976	(32)	AH			
LEP				rs2167270	(23)	NM
LGR4-LIN7C-BDNF				rs925946	(23)	NM
LIPC				rs1800588	(35)	AM
LOC285762	rs2357760	(37)	NM			
LPL				rs320	(33)	AM
MAP2K5				rs6284	(13)	NM
MGAT1	rs4285184	(70)	AM			
MTP				rs1800591	(53)	JM
NEGR2				rs2815752	(23)	NM
NPC1				rs1805081	(18)	AM
NQO1				rs1800566	(67)	AM
Nrf2				rs2364723	(67)	AM
NRXN3				rs10150332	(13)	NM
PNPLA3	1148M	(71)	AM			
POMC	rs713586	(13)	NM			

Tabla 1. Variantes genéticas estudiadas en la población mexicana, en su asociación con el desarrollo de la obesidad. (Cont.)

Gen	SNPs asociados			SNPs no asociados		
	SNPs	Ref.	Población ¹	SNPs	Ref.	Población ¹
PON2	PON1-L55M	(72)	NM			
PRKCH	rs4899048	(37)	NM			
PTER				rs10508503	(18)	AM
PTPN22				+1858C/T	(59)	JM
RAB27B				rs8092503	(25)	NM
RETN				rs1862513	(27)	NM
SCARB1				rs10846744	(33)	AM
SLC6A3A	rs3776511	(56)	AM			
TRHR	rs7832552	(33)	AM			
TUB	rs4929949	(13)	NM			
TXNIP	rs7211	(67)	AM			
UCP1				rs1800592	(51)	A/JM

La mayor parte de los trabajos tiene una representación balanceada de ambos sexos (Tabla 1). Solo cuatro de las investigaciones se realizan con personas de un solo sexo (5,7 % del total, sexo femenino); en los 64 trabajos restantes se incluyen ambos sexos con una frecuencia que oscila entre 19 % a 93 % del sexo femenino. El 85,7 % de los trabajos estudia población mexicana, el 51 % de los trabajos incluye población infantil (4-18 años). De conjunto, los estudios en población adulta incluyen personas desde los 19 hasta los 82 años de edad. Los trabajos tienen un número muestral variable que oscila entre 50 y 8914 personas, con un 51% con más de 500 individuos incluidos en el estudio (Tabla 1).

a. Identificación de variantes genéticas asociadas con la obesidad

Con relación al número de genes estudiados, en 6 de los 70 artículos de investigación se analiza el genoma completo. En 35 (50 %) artículos se estudian uno o varios SNPs (rango 1-7, mediana =1) de un único gen; y en 28 (40 %), se realiza la investigación en varios genes. De manera general, los estudios de múltiples genes incluyen también un mayor número de SNPs en sus análisis (rango 1-672, mediana =15).

En todos los casos, los SNPs seleccionados han sido previamente estudiados y validados

en su asociación al desarrollo de la obesidad en otras poblaciones. Resulta de interés que del total de 260 SNPs estudiados en los diferentes artículos, 100 (38,4 %) se encontraron también asociados en población mexicana mientras que para 160 (61,5 %) no se confirmó la asociación en población mexicana (Tabla 1).

Otro resultado de interés es la baja frecuencia de asociación encontrada en los SNPs estudiados para los genes FTO, LEPR, TCF7L2 y ADIPOQ (Tabla 1). La relevancia de este resultado radica en que estos genes son considerados de los más importantes en los factores genéticos asociados a la obesidad (11). Por otra parte, todos los SNPs evaluados en estos estudios han sido validados en otras poblaciones, mayormente caucásicos. Sin embargo, estudios anteriores han encontrado resultados similares en cuanto a la dependencia de la proporción de ancestralidad europea en la asociación de determinados SNPs con el desarrollo de la obesidad (12).

De conjunto, estos resultados resaltan la importancia de la etnia en la heredabilidad de las variantes genéticas asociadas al desarrollo de la obesidad. A la vez, destaca la importancia de los estudios en las distintas etnias para poder conformar un sistema de predicción apropiado en cada caso.

b. Asociación de SNPs del gen FTO en niños y adultos mexicanos

En particular se aprecia un número considerable de SNPs del gen FTO que no muestran asociación en la población infantil mexicana (Tabla 1). De los 21 SNPs

Tabla 2. Asociación diferencial de variantes genéticas en niños y adultos mexicanos.

Gen	Proteína ¹	SNP	Población mexicana (Ref.)		
			Niños	Jóvenes	Adultos
MC4R	Melanocortin receptor 4	rs17782313	- (4)	nr ²	+ (29)
PCSK1	Neuroendocrine convertase 1	rs6232	+ (45)	nr	-(34)
TMEM18	Transmembrane protein 18	rs6548238	+ (29)	nr	- (9)
BDNF	Brain-derived neurotrophic factor	rs6265	- (24)	- (24)	+ (42)
SH2B1	SH2B adapter protein 1	rs7488665	- (29)	- (29)	+ (42)

Ref: Número de la referencia en la Tabla 1.

¹Descripción de la proteína de acuerdo con la base de datos UniprotKB(73).

²nr, no relacionado

analizados en el gen FTO, 16 corresponden a estudios realizados en niños. De estos, solo 3 (18%) mostraron asociación con el desarrollo de la obesidad en niños mexicanos. Es de destacar que 4 de los 6 SNPs más estudiados del gen FTO si resultaron asociados también en la población mexicana en adultos mexicanos (rs17817449, rs3751812) y niños mexicanos (rs9930506, rs14210805).

El gen FTO codifica para la Dioxigenasa dependiente de alfa-cetoglutarato (Uniprot KB: Q9C0B1). Esta enzima es conocida también como *Fat mass and obesity-associated protein* (Masa grasa y muscular asociada ala obesidad) por su demostrada relación con el desarrollo de la obesidad no a nivel de cambios estructurales en la proteína sino a nivel genético y epigenético (14). Aunque no se conocen en detalle los mecanismos por los cuales este gen contribuye al desarrollo de la obesidad, una de las hipótesis más aceptadas sugiere que los SNP FTO pueden estar asociados con la obesidad al regular la expresión de genes adyacentes por ejemplo RPGRIP1L y IRX3(15,16). Estudios han demostrado que las variantes genéticas de FTO juegan un papel clave en la regulación de la ingesta de alimentos y el gasto de energía. También se ha evidenciado que los efectos de este gen en la obesidad se intensifican por factores ambientales como la actividad física reducida y una dieta alta en calorías (14).

c. Asociación diferencial de variantes genéticas en niños y adultos mexicanos

Otros estudios también evidenciaron que algunas variantes genéticas presentan una influencia diferente en niños y adultos mexicanos (Tabla 2). Estos hallazgos resultan particularmente interesantes puesto que el mismo SNPs ha sido evaluado en grupos de diferentes edades.

Los SNPs rs17782313 (MC4R), rs6548238 (TMEM18), rs6265 (BDNF) y rs7488665 (SH2B1) presentan asociación en adultos, pero no en niños o jóvenes. En cambio, el rs6232 (PCSK1) presenta asociación en niños y no en adultos. Este último resultado es consistente con el conocimiento previo. La Convertasa neuroendocrina 1 (PCSK1) es una proteasa involucrada en el procesamiento biosintético de una variedad de neuropéptidos y prohormonas en tejidos endocrinos (17). El gen que codifica para esta proteína fue uno de los primeros genes relacionados con la obesidad monogénica de inicio temprano. La proteína PCSK1 es esencial para activar la escisión de muchos precursores de hormonas peptídicas implicados en la regulación de la ingestión de alimentos, la homeostasis de la glucosa y la homeostasis de la energía (17).

Discusión

La presencia de resultados contradictorios en investigaciones las variantes genéticas en la obesidad la influencia no es diferente, pueden intervenir múltiples factores del diseño experimental y el tamaño muestral. Por una parte, los que estudian a la población infantil confirma el interés que ha tomado el tema de la prevalencia de la obesidad en la población mexicana y, por otro lado, también pueden indicar que existen factores ambientales con una influencia importante en la actividad del gen sobre la obesidad que no se están teniendo en consideración y merecen más investigación. Tal es el caso de los resultados obtenidos para el SNP rs2241766 (ADIPOQ).

Las investigaciones que dan lugar a resultados diferentes para el SNP rs2241766 (ADIPOQ) incluyen León-Mimila *et al.* (2013), que obtiene asociación con la obesidad y Costa-Urrutia *et al.* (2017), Costa-Urrutia *et al.* (2018), Hernández-Escalante *et al.* (2014) y Guzmán-Ornelas *et al.* (2015), estas últimas con un resultado negativo para la asociación de este SNP con la obesidad (Tabla S1). (18-19-20-5-21)

Es de señalar que en el estudio de Guzmán-Ornelas *et al.* (2015) (18), evidenció una asociación de este SNP con la distribución de los depósitos de grasa y los marcadores de

inflamación, pero no con el IMC. Resulta interesante que los estudios de Costa-Urrutia *et al.* (2017) y (2018), incluyen personas físicamente activas, miembros de clubes deportivos, mientras que los otros estudios incluyen adultos sin especificar el grado de actividad física. Por tanto, el resultado de no asociación del SNP rs2241766 del estudio de Costa-Urrutia (2017) (19-20) pudiera estar relacionado con la atenuación del efecto sobre la obesidad debido a la práctica del ejercicio físico. Se necesitaría un estudio diseñado intencionalmente para evaluar esta posibilidad.

Para identificar las características distintivas del conjunto de proteínas codificadas por los genes con asociación con la obesidad en población mexicana, realizamos un análisis de enriquecimiento según sus términos descriptores en las bases de datos de proteínas utilizando el programa DAVID. La muestra de análisis se conformó con los genes identificados con asociación con el IMC o la obesidad, y se comparó con la frecuencia de aparición de los términos descriptores en la lista de genes de referencia del genoma humano disponible.(10).

El análisis de las características distintivas del conjunto de proteínas codificadas por los genes con asociación con la obesidad en población mexicana evidenció un enriquecimiento en proteínas involucradas en los procesos y las rutas metabólicas de la homeostasis de la glucosa, incluyendo la relación con el desarrollo de la Diabetes mellitus no dependiente de insulina (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis de enriquecimiento de términos que caracterizan a las proteínas codificadas por los genes estudiados en la relación de las variantes genéticas con el desarrollo de la obesidad.

Categoría ¹	Término ¹	P ²
Procesos biológicos	Homeostasis de la glucosa	7,0 x10 ⁻⁸
	Regulación de la secreción de insulina	2,5 x10 ⁻¹²
	Respuesta a los fármacos	2,8 x10 ⁻¹¹
	Proceso metabólico del colesterol	6,8 x10 ⁻¹¹
Rutas metabólicas	Señalización de adipocinas	5,7 x10 ⁻⁹
	Señalización de PPAR	6,0 x10 ⁻⁷
	Madurez del debut de la diabetes juvenil	1,9 x10 ⁻⁶
	Señalización de AMPK	2,1 x10 ⁻⁶
	Digestión y absorción de las grasas	2,2 x10 ⁻⁵
Enfermedades relacionadas	Diabetes mellitus no dependiente de insulina	7,8 x10 ⁻⁷

¹ Se utilizaron las herramientas de agrupamiento disponibles en la base de datos DAVID (10).

² Significación estadística. La comparación se realizó contra la lista de proteínas humanas del DAVID.

Se destaca también el enriquecimiento de las proteínas involucradas en los procesos metabólicos del colesterol y en las vías de señalización de las adipocinas. Estos resultados coinciden con las características de la familia de genes identificados anteriormente asociados al desarrollo de la obesidad (7)

Finalmente, un elemento para tener en cuenta en este análisis es que 6 de los SNPs seleccionados para evaluar en niños mexicanos estaban validados en población adulta europea (13). Por tanto, la no asociación en niños mexicanos puede responder no solo a un efecto de la diferencia en la etnia sino también en la edad.

Conclusiones

La población con obesidad y sobrepeso presenta cifras que se incrementan cada año tanto en adultos como en niños en México. Además de los hábitos de nutrición y la actividad física, se han identificado un número de SNPs que generan variantes genéticas que pueden predisponer a la persona a padecer obesidad. Estas variantes genéticas pueden tener un comportamiento dependiente de la etnia, en relación con su asociación al desarrollo de la obesidad. Numerosas investigaciones han abordado la asociación de diferentes SNPs en la predisposición a padecer obesidad en la población mexicana. La revisión de estos trabajos nos ha permitido establecer que, el conjunto de genes que presentan asociación con el desarrollo de la obesidad en población mexicana está asociado a procesos biológicos ya identificados como relevantes en el desarrollo de la obesidad, destacándose la asociación con el desarrollo de la diabetes mellitus y el metabolismo del colesterol. Sin embargo, se identifica un comportamiento diferencial en determinados SNPs en la población mexicana. Tal es el caso de los SNPs rs17782313 (MC4R), rs6548238 (TMEM18), rs6265 (BDNF) y rs7488665 (SH2B1). De particular interés resulta la identificación del SNP rs6232 del gen PCSK1 con la aparición temprana de la obesidad en la población mexicana. Los resultados sugieren además que la actividad física puede atenuar el efecto del SNP rs2241766 (ADIPOQ) en el desarrollo de la obesidad en población mexicana. De conjunto, estos resultados pueden constituir el punto de partida de una investigación dirigida al desarrollo de sistemas de alta sensibilidad para la detección de

la susceptibilidad a padecer obesidad en la población mexicana, así como el desarrollo de programas personalizados para el tratamiento de esta dolencia.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

1. Pérez-Herrera A, Cruz-López M. Situación actual de la obesidad infantil en México. *Nutr Hosp.* 2019;36(2):463–9. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.2116>
2. Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome - A new worldwide definition. *Lancet.* 2005;366(9491):1059–62. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)67402-8
3. OECD. The Heavy Burden of Obesity: the economics of prevention. OECD Health Policy Studies, editor. OECD Publishing, Paris; 2019. <https://doi.org/10.1787/2074319x>
4. Kumar A, R PK, J B, Sorake. Obesity: another ongoing pandemic. *Lancet Gastroenterol Hepatol*2021;6(6):411. [http://dx.doi.org/10.1016/S2468-1253\(21\)00143-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2468-1253(21)00143-6)
5. Hernandez-Escalante VM, Nava-Gonzalez EJ, Voruganti VS, Kent JW, Haack K, Laviada-Molina HA, et al. Replication of obesity and diabetes-related SNP associations in individuals from Yucatán, México. *Front Genet.* 2014;5:1–6. DOI: 10.3389/fgen.2014.00380
6. Chung WK, Leibel RL. Considerations regarding the genetics of obesity. *Obes (Silver spring).* 16 (supl 3): S33–S39. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.514>
7. Perusse L, Rankinen T, Zuberi A, Argyropoulos G, Walts B, Snyder EE, et al. The Human Obesity Gene Map: The 2004 Update. *Obes Res.* 2005;13(3):381–490. DOI: 10.1038/oby.2005.50
8. Page MJ, Moher D, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
9. Nuttall FQ. Body mass index: Obesity, BMI, and health: A critical review. *Nutr Res.* 2015;50(3):117–28. DOI: 10.1097/NT.0000000000000092
10. Huang DW, Sherman BT, Lempicki RA. Systematic and integrative analysis of large gene lists using DAVID bioinformatics resources. *Nat Protoc.* 2008;4(1):44–57. DOI: 10.1038/nprot.2008.211

11. Adeyemo A, Luke A, Cooper R. A genome-wide scan for body mass index among Nigerian families. *Obes Res.* 2003;11:266-73. DOI: 10.1038/oby.2003.40
12. Riestra P, Gebreab SY, Xu R, Khan RJ, Bidulescu A, Correa A, et al. Gender-specific associations between ADIPOQ gene polymorphisms and adiponectin levels and obesity in the Jackson Heart Study cohort. *BMC Med Genet.* 2015;16(1):1-12. doi: 10.1186/s12881-015-0214-x
13. Abadi A, Peralta-Romero J, Suarez F, Gomez-Zamudio J, Burguete-García AI, Cruz M, et al. Assessing the Effects of 35 European-Derived BMI-Associated SNPs in Mexican Children. *Obesity.* 2016;1-7. DOI: 10.1002/oby.21590
14. Kalantari N, Doaei S, Keshavarz-Mohammadi N, Cholamalizadeh M, Pazan N. Review of studies on the fat mass and obesity-associated (FTO) gene interactions with environmental factors affecting on obesity and its impact on lifestyle interventions. *ARYA Atheroscler.* 2016;12(6):281-90. PMID: 28607568; PMCID: PMC5455327.
15. Saucedo-Uribe E, Genis-Mendoza AD, Díaz-Anzaldúa A, Martínez-Magaña JJ, Tovilla-Zarate CA, Juárez-Rojop I, et al. Differential effects on neurodevelopment of FTO variants in obesity and bipolar disorder suggested by in silico prediction of functional impact: An analysis in Mexican population. *Brain Behav.* 2019;9(6):1-9. DOI: 10.1002/brb3.1249
16. Bañales-Luna M, Figueroa-Vega N, Marín-Aragón CI, Perez-Luque E, Ibarra-Reynoso L, Gallardo-Blanco HL, et al. Associations of nicotinamide-N-methyltransferase, FTO, and IRX3 genetic variants with body mass index and resting energy expenditure in Mexican subjects. *Sci Rep.* 2020;10(1):1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67832-7>
17. Ramos-Molina B, Martin MG, Lindberg I. PCSK1 Variants and Human Obesity Vol. 140, *Progress in Molecular Biology and Translational Science.* Elsevier Inc.; 2016. 47-74 p. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.12.001>
18. León-Mimila P, Villamil-Ramírez H, Villalobos-Comparán M, Villarreal-Molina T, Romero-Hidalgo S, López-Contreras B, et al. Contribution of Common Genetic Variants to Obesity and Obesity-Related Traits in Mexican Children and Adults. *PLoS One.* 2013;8(8). DOI: 10.1371/journal.pone.0070640
19. Costa-Urrutia P, Abud C, Franco-Trecu V, Colistro V, Rodríguez-Arellano ME, Vázquez-Pérez J, et al. Genetic Obesity Risk and Attenuation Effect of Physical Fitness in Mexican-Mestizo Population: a Case-Control Study. *Ann Hum Genet.* 2017;81(3):106-16. DOI: 10.1111/ahg.12190
20. Costa-Urrutia P, Abud C, Franco-Trecu V, Colistro V, Rodríguez-Arellano ME, Granados J, et al. Genetic susceptibility to pre diabetes mellitus and related association with obesity and physical fitness components in Mexican-Mestizos. *Prim Care Diabetes* 2018;12(5):416-24. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2018.07.005>
21. Vázquez-Del Mercado M, Guzmán-Ornelas MO, Corona Meraz FI, Ríos-Ibarra CP, Reyes-Serratos EA, Castro-Albarran J, Ruíz-Quezada SL, Navarro-Hernández RE. The 482Ser of PPARG1A and 12Pro of PPARG2 Alleles Are Associated with Reduction of Metabolic Risk Factors Even Obesity in a Mexican-Mestizo Population. *Biomed Res Int.* 2015;2015:285491. doi: 10.1155/2015/285491. Epub 2015 Jun 22.
22. Saldaña-Alvarez Y, Salas-Martínez MG, García-Ortiz H, Luckie-Duque A, García-Cárdenas G, Vicenteño-Ayala H, et al. Gender-dependent association of FTO polymorphisms with body mass index in Mexicans. *PLoS One.* 2016;11(1):1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145984>
23. Jiménez-Osorio AS-, Aguilar-Lucio AO, Cárdenas-Hernández H, Musalem-Younes C, Solares-Tlapechco J, Costa-Urrutia P, et al. Polymorphisms in adipokines in Mexican children with obesity. *Int J Endocrinol.* 2019;2019:10-4. DOI: 10.1155/2019/4764751
24. González-Herrera L, Zavala-Castro J, Ayala-Cáceres C, Pérez-Mendoza G, López-González MJ, Pinto-Escalante D, et al. Genetic variation of FTO: rs1421085 T>C, rs8057044 G>A, rs9939609 T>A, and copy number (CNV) in Mexican Mayan school-aged children with obesity/overweight and with normal weight. *Am J Hum Biol.* 2019;31(1):1-13. DOI: 10.1002/ajhb.23192
25. Costa-Urrutia P, Abud C, Franco-Trecu V, Colistro V, Rodríguez-Arellano ME, Alvarez-Fariña R, et al. Effect of 15 BMI-Associated Polymorphisms, Reported for Europeans, across Ethnicities and Degrees of Amerindian Ancestry in Mexican Children. *Int J Mol Sci.* 2020;21(374). doi: 10.3390/ijms21020374
26. Rojano-Rodríguez ME, Beristain-Hernandez JL, Zavaleta-Villa B, Maravilla P, Romero-Valdovinos M, Olivo-Diaz A. Leptin receptor gene polymorphisms and morbid obesity in Mexican patients. *Hereditas* 2016;153(1):1-5. <http://dx.doi.org/10.1186/s41065-016-0006-0>
27. Vashi N, Stryjecki C, Peralta-Romero J, Suarez F, Gomez-Zamudio J, Burguete-Garcia AI, et al. Genetic markers of inflammation may not contribute to metabolic traits in Mexican children. *PeerJ.* 2016;2016(6):1-18. <https://doi.org/10.7717/peerj.2090>
28. Angel-Chávez LI, Tene-Pérez CE, Castro E. Leptin receptor gene K656N polymorphism is associated with low body fat levels and elevated high-density cholesterol levels in Mexican children and adolescents. *Endocr Res.* 2012;37(3):124-34. DOI: 10.3109/07435800.2011.648360
29. Kocarnik JM, Pendergrass SA, Carty CL, Pankow JS, Schumacher FR, Cheng I, et al. Multi-Ancestral Analysis of Inflammation-Related Genetic Variants and C-Reactive Protein in the Population Architecture using Genomics and Epidemiology (PAGE) Study. *Circ Cardiovasc Genet.* 2015;7(2):178-88. DOI: 10.1161/CIRCGENETICS.113.000173
30. Gallardo-Blanco HL, Villarreal-Perez JZ, Cerda-Flores RM, Figueroa A, Sanchez-Dominguez CN, Gutierrez-Valverde JM, et al. Genetic variants in KCNJ11, TCF7L2 and HNF4A are associated with type 2 diabetes, BMI and dyslipidemia

- in families of northeastern Mexico: A pilot study. *Exp Ther Med.* 2017;13(2):523–9. doi: 10.3892/etm.2016.3990
31. Kl M, Mej A, Flores-Huerta S, Burguete-Garc AI, Garc J, Cruz M. rs12255372 Variant of TCF7L2 Gene Is Protective for Obesity in Mexican Children. *Arch Med Res.* 2011;42:495–501. DOI: 10.1016/j.arcmed.2011.05.006
 32. Salinas YD, Wang L, Dewan AT. Multiethnic genome-wide association study identifies ethnic-specific associations with body mass index in Hispanics and African Americans. *BMC Genet* 2016;17:78–91. <http://dx.doi.org/10.1186/s12863-016-0387-0>
 33. Costa-Urrutia P, Abud C, Franco-Trecu V, Colistro V, Granados J, Seelaender M, et al. Genetic Obesity Risk and Attenuation Effect of Physical Fitness in Mexican-Mestizo Population: a Case-Control Study. *Ann Hum Genet.* 2017;106–16. DOI: 10.1111/ahg.12190
 34. Rubio-Chavez LA, Rosales-Gomez RC, Rubio-Chavez KL, Ramos-Nun JL, García-Cobian TA, Camargo-Hernandez G, et al. The rs822396 Polymorphism of the ADIPOQ Gene Is Associated with Anthropometric, Clinical, and Biochemical Alterations Related to the Metabolic Syndrome in the Mexican Population. *Metab Syndr Relat Disord.* 2020;1–8. DOI: 10.1089/met.2019.0045
 35. Costa-Urrutia P, Carolina Abudb V, Franco-Trecuc, Valentina Colistrod, Martha Eunice Rodríguez-Arellano, Julio Granadosf MS. Genetic susceptibility to pre diabetes mellitus and related association with obesity and physical fitness components in Mexican-Mestizos. *Prim Care Diabetes* 2018;1–9. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2018.07.005>
 36. Guzman-Ornelas MO, Chavarria-Avila E, Munoz-Valle JF, Armas-Ramos LE, Castro-Albarran J, Aldrete MEA, et al. Association of ADIPOQ +45T.G polymorphism with body fat mass and blood levels of soluble adiponectin and inflammation markers in a Mexican-Mestizo population. *Diabetes, Metab Syndr Obes Targets Ther.* 2012;5:369–78. doi: 10.3346/jkms.2018.33.e124
 37. Liu HY, Alyass A, Abadi A, Peralta-Romero J. Fine-Mapping of 98 obesity loci in Mexican children. *Int J Obes* 2018;(January):0–1. <http://dx.doi.org/10.1038/s41366-018-0056-7>
 38. García-Solís P, Reyes-Bastidas M, Flores K, García OP, Rosado JL, Méndez-Villa L, et al. Fat mass obesity-associated (FTO) (rs9939609) and melanocortin 4 receptor (MC4R) (rs17782313) SNP are positively associated with obesity and blood pressure in Mexican school-aged children. *Br J Nutr.* 2016;116(10):1834–40. DOI: 10.1017/S0007114516003779
 39. Graff M, North KE, Mohlke KL, Lange LA, Luo J, Harris KM, et al. Estimation of genetic effects on BMI during adolescence in an ethnically diverse cohort: The National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Nutr Diabetes* 2012;2(SEPTEMBER):e47-8. <http://dx.doi.org/10.1038/nutd.2012.20>
 40. Villalobos-Comparán M, Villamil-Ramírez H, Villarreal-Molina T, Larrieta-Carrasco E, León-Mimila P, Romero-Hidalgo S, et al. PCSK1 rs6232 is associated with childhood and adult class III obesity in the Mexican population. *PLoS One.* 2012;7(6):1–5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039037>
 41. Vázquez-Vázquez C, Posadas-Sánchez R, Fragoso JM, Ramírez-Bello J, Sánchez-Guerra M, Osorio-Yañe C, et al. IL-12B Polymorphisms Are Associated with the Presence of Premature Coronary Artery Disease and with Cardiovascular Risk Factors: The Genetics of Atherosclerotic Disease Mexican Study. *DNA Cell Biol.* 2020;1–9. DOI: 10.1089/dna.2020.5464
 42. Aguayo-Armendáriz J, Montalvo-Corral M, Grijalva-Haro MI, Martha N, Caire-Juvera G, Moya- SY. Central obesity and body fat, but not BMI, are associated with the Pro12Ala polymorphism in the peroxisome proliferator-activated receptor gamma gene in a population with a high consumption of saturated and trans fatty acids. 2018;#pagerange#: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2018.05.003>
 43. Flores-Viveros KL, Aguilar-Galarza BA, Ordóñez-Sánchez ML, Anaya-Loyola MA, Moreno-Celis U, Vázquez-Cárdenas P, et al. Contribution of genetic, biochemical and environmental factors on insulin resistance and obesity in Mexican young adults. *Obes Res Clin Pract.* 2019;13(6):533–40. DOI: 10.1016/j.orcp.2019.10.012
 44. Morales-Marín ME, Genis-Mendoza AD, Tovilla-Zarate CA, Lanzagorta N, Escamilla M, Nicolini H. Association between obesity and the brain-derived neurotrophic factor gene polymorphism Val66Met in individuals with bipolar disorder in Mexican population. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2016;12:1843–8. doi: 10.2147/NDT.S104654
 45. Martíñez-Ezquerro JD, Rendón-Macías ME, Serrano-Meneses GZ-MJ, Rosales-Rodríguez B, Escalante-Bautista D, Rodríguez-Cruz M, et al. Association Between the Brain-derived Neurotrophic Factor Val66Met Polymorphism and Overweight / Obesity in Pediatric Population. *Arch Med Res.* 2017 Oct;48(7):599-608. doi: 10.1016/j.arcmed.2018.02.005. Epub 2018 Mar 3. PMID: 29506764;
 46. Angeles-Martínez J, Posadas-Sánchez R, Pérez-Hernández N, Rodríguez-Pérez JM, Manuel J, Bravo-Flores E, et al. Cytokine IL-15 polymorphisms are associated with subclinical atherosclerosis and cardiovascular risk factors . The Genetics of Atherosclerosis Disease (GEA) Mexican Study. *Cytokine* 2017;99(January):173–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cyto.2017.09.006>
 47. Martínez-Salazar MF, Almenares-López D, García-Jiménez S, Sánchez-Alemán MA, Juantorena-Ugás A, Ríos C, et al. Relationship between the paraoxonase (PON1) L55M and Q192R polymorphisms and obesity in a Mexican population: A pilot study. *Genes Nutr.* 2011;6(4):361–8. DOI: 10.1007/s12263-011-0215-0
 48. Mendoza-Lorenzo P, Salazar AM, Cortes-Arenas E, Saucedo R, Taja-Chayeb L, Flores-Dorantes MT, et al. The reduction of Calpain-10 expression is associated with risk polymorphisms in obese children. *Gene* 2013;516(1):126–31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gene.2012.12.053>

49. De la Cruz-Mosso U, Muñoz-Valle JF, Salgado-Bernabé AB, Castro-Alarcón N, Salgado-Goytia L, Sánchez-Corona J, Flores-Martínez SE, Parra-Rojas I. Body adiposity but not insulin resistance is associated with -675 4G/5G polymorphism in the PAI-1 gene in a sample of Mexican children. *J Pediatr (Rio J)*. 2013 Sep-Oct;89(5):492-8. doi: 10.1016/j.jpmed.2013.01.004
50. De la Cruz-Mosso U, Muñoz-Valle JF, Salgado-Goytia L, García-Carreón A, Illades-Aguiar B, Castañeda-Saucedo E, et al. Relationship of metabolic syndrome and its components with -844 G/A and HindIII C/G PAI-1 gene polymorphisms in Mexican children. *BMC Pediatr* 2012;12(1):41. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-12-41>
51. Sámano R, Huesca-Gómez C, López-Marure R, Hernández-Cabrera A, Rodríguez-Ventura A, Tolentino M, et al. Association between UCP polymorphisms and adipokines with obesity in Mexican adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2018;(1):1-8. DOI: 10.1515/jpem-2017-0262
52. Robinson KN, Courtney V. Circulating Triglycerides and the Association of Triglycerides with Dietary Intake Are Altered by Alpha-2-Heremans-Schmid Glycoprotein Polymorphisms. *J Nutrigenet Nutrigenomics*. 2017;10:75-83. <https://doi.org/10.1159/000478657>
53. Carranza-González L, León-Cachón RBR, González-Zavala MA, Ríos-Ibarra C, Morlett-Chávez J, Sánchez-Domínguez C, et al. ACE, APOA5, and MTP Gene Polymorphisms Analysis in Relation to Triglyceride and Insulin Levels in Pediatric Patients. *Arch Med Res*. 2018;49(2):94-100. DOI: 10.1016/j.arcmed.2018.04.013
54. Hernández-Guerrero C, Parra-Carriedo A, Ruiz-de-Santiago D, Galicia-Castillo O, Buenrostro-Jáuregui M, Díaz-Gutiérrez C. Genetic polymorphisms of antioxidant enzymes CAT and SOD affect the outcome of clinical, biochemical, and anthropometric variables in people with obesity under a dietary intervention. *Genes Nutr*. 2018;13(1):1-10. DOI: 10.1186/s12263-017-0590-2
55. Mayra E-R, Zyanya, Reyes-Castillo, Anaís, Mara L-C, Luis G, et al. CD36 gene polymorphism -31118 G>A (rs1761667) is associated with overweight and obesity 2 but not with fat preferences in Mexican children. *Int J Vitam Nutr Res*. 2020;1-9. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000656>
56. Zhao H, Wilkinson A, Shen J, Wu X, Chow W, Campus AR. Genetic polymorphisms in genes related to risk-taking behaviors predicting body mass index trajectory among Mexican American adolescents. *Pediatr Obes*. 2018;12(5):356-62. DOI: 10.1111/ijpo.12151
57. Llamas-Covarrubias IM, Llamas-Covarrubias MA, Martínez-López E, Zepeda-Carrillo EA, Rivera-León EA, Palmeros-Sánchez B, et al. Association of A-604G ghrelin gene polymorphism and serum ghrelin levels with the risk of obesity in a Mexican population. *Mol Biol Rep*. 2017;44(3):289-93. DOI: 10.1007/s11033-017-4109-0
58. Hernández-Guerrero, César et al. 2013. "Prevalence of Methylentetrahydrofolate Reductase C677T Polymorphism, Consumption of Vitamins B6, B9, B12 and Determination of Lipidic Hydroperoxides in Obese and Normal Weight Mexican Population." *Nutrición Hospitalaria* 28(6): 2142-50. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6902>.
59. Salinas-Santander MA, León-Cachón RB, Cepeda-Nieto AC, Sánchez-Domínguez CN, González-Zavala MA, Gallardo-Blanco HL, et al. Assessment of biochemical parameters and characterization of TNF -308G/A and PTPN22 +1858c/T gene polymorphisms in the risk of obesity in adolescents. *Biomed Reports*. 2016;4(1):107-11. DOI: 10.3892/br.2015.534
60. Macías-Kauffer LR, Villamil-Ramírez H, León- P, Jacobo-Albavera L, Posadas-Romero C, Posadas-Sánchez R, et al. Genetic contributors to serum uric acid levels in Mexicans and their effect on premature coronary artery disease. *Int J Cardiol* 2018; <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.09.107>
61. Aradillas-García C, Cruz M, Pérez-Luque E, Garay-Sevilla ME, Malacara JM, Aduna R, et al. Obesity is associated with the Arg389Gly ADRB1 but not with the Trp64Arg ADRB3 polymorphism in children from San Luis Potosí and León, México. *J Biomed Res*. 2017;31(1):40-6. doi: 10.7555/JBR.30.20150169
62. Palacios A, Canto P, Tejeda ME, Stephano S, Luján H, García-García E, et al. Complete sequence of the ANKK1 gene in Mexican-Mestizo individuals with obesity, with or without binge eating disorder. *Eur Psychiatry*. 2018;54:59-64. <https://doi.org/10.1016/j.eurpsy.2018.07.010>
63. Comuzzie AG, Cole SA, Laston SL, Voruganti VS, Haack K, Gibbs RA, et al. Novel Genetic Loci Identified for the Pathophysiology of Childhood Obesity in the Hispanic Population. *PLoS One*. 2012;7(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051954>
64. Iñiguez IR, Panduro A, Lopez OR, Javier S, Bayardo V, Roman S, et al. DRD2 / ANKK1 TaqI A1 polymorphism associates with overconsumption of unhealthy foods and biochemical abnormalities in a Mexican population. *Eat Weight Disord - Stud Anorexia, Bulim Obes* 2018;0(0):0. <http://dx.doi.org/10.1007/s40519-018-0596-9>
65. Ruiz-Padilla AJ, Morales-Hernandez G, Ruiz-Noa Y, Alonso-Castro AJ, Lazo-de-la-Vega-Monroy ML, Preciado-Puga MDC, Rangel-Salazar R, Ibarra-Reynoso LDR. Association of the 3'UTR polymorphism (rs11665896) in the FGF21 gene with metabolic status and nutrient intake in children with obesity. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2019 Sep 25;32(9):921-928. doi: 10.1515/jpem-2018-0546.
66. Villamil-Ramírez H, León-Mimila P, Macías-Kauffer LR, Canizales-Román A, Villalobos-Comparán M, León-Sicaíros N, et al. A combined linkage and association strategy identifies a variant near the GSTP1 gene associated with BMI in the Mexican population. *J Hum Genet* 2016;(4809):1-6 <http://dx.doi.org/10.1038/jhg.2016.145>
67. Jiménez-Osorio AS, González-Reyes S, García-Niño WR, Moreno-Macías H, Rodríguez-Arellano ME, Vargas-Alarcón G, Zúñiga J, Barquera R, Pedraza-Chaverri

- J. Association of Nuclear Factor-Erythroid 2-Related Factor 2, Thioredoxin Interacting Protein, and Heme Oxygenase-1 Gene Polymorphisms with Diabetes and Obesity in Mexican Patients. *Oxid Med Cell Longev*. 2016;2016:7367641. doi: 10.1155/2016/7367641.
68. Vázquez-Moreno M, Locía-Morales D, Perez-Herrera A, Gomez-Díaz RA, Gonzalez-Dzib R, Valdez-González AL, Flores-Alfaro E, Corona-Salazar P, Suarez-Sanchez F, Gomez-Zamudio J, Valladares-Salgado A, Wachter-Rodarte N, Cruz M, Meyre D. Causal Association of Haptoglobin With Obesity in Mexican Children: A Mendelian Randomization Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2020 Jul 1;105(7):dgaa213. doi: 10.1210/clinem/dgaa213.
69. Butte NF, Saroja Voruganti V, Cole SA, Haack K, Comuzzie AC, Muzny DM, *et al*. Resequencing of IRS2 reveals rare variants for obesity but not fasting glucose homeostasis in Hispanic children. *Physiol Genomics*. 2011;43(18):1029–37. doi: 10.1152/physiolgenomics.00019.2011
70. Tapia-Rivera JC, Baltazar-Rodríguez LM, Cárdenas-Rojas MI, Álvarez A, Bustos-Saldaña R, Delgado-Enciso I, *et al*. Polimorfismo rs4285184 del gen MGAT1 como factor de riesgo de obesidad en la población mexicana. *Med Clin*. 2016;1–4. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2016.07.037>
71. Larrieta-Carrasco E, Acuña-Alonzo V, Velázquez-Cruz R, Barquera-Lozano R, León-Mimila P, Villamil-Ramírez H, Menjivar M, Romero-Hidalgo S, Méndez-Sánchez N, Cárdenas V, Bañuelos-Moreno M, Flores YN, Quiterio M, Salmerón J, Sánchez-Muñoz F, Villarreal-Molina T, Aguilar-Salinas CA, Canizales-Quinteros S. PNPLA3 I148M polymorphism is associated with elevated alanine transaminase levels in Mexican Indigenous and Mestizo populations. *Mol Biol Rep*. 2014 Jul;41(7):4705-11. doi: 10.1007/s11033-014-3341-0.
72. Ramírez-Jiménez R, Martínez-Salazar MF, Almenares-López D, Yáñez-Estrada L, Monroy-Noyola A. Relationship Between Paraoxonase-1 and Butyrylcholinesterase Activities and Nutritional Status in Mexican Children. *Metab Syndr Relat Disord*. 2018 Mar;16(2):90-96. doi: 10.1089/met.2017.0138.
73. Consortium TU. UniProt: the universal protein knowledgebase in 2021. *Nucleic Acids Res*. 201421;1:1–10. doi: 10.1093/nar/gkaa1100.

Recibido: 07/09/2022
Aceptado: 25/04/2023

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

Enfoque y alcance:

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

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

Frecuencia de publicación

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

Proceso de revisión por pares

Una vez que el manuscrito se recibe, al autor responsable de la correspondencia se le notifica la recepción. El comité editorial en un plazo de dos semanas revisará el manuscrito para determinar la pertinencia del tema y si

cumple con las normas para publicar en la revista. Si el artículo cumple con lo establecido en las normas, comenzará el proceso de arbitraje externo. En el caso contrario, será rechazado o puede ser devuelto por deficiencias de forma que el autor puede corregir antes de iniciar el arbitraje externo.

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

Política Antiplagio

A los autores se les solicita no cometer plagio, definido este como apropiación de textos de otros autores/as sin su consentimiento y sin citar la fuente de los mismos, aun si el permiso hubiere sido expreso por parte de estos últimos autores. Asimismo, se comprometen a no incluir en los textos postulados otros textos ya creados por ellos mismos, evitando que exista más de un 20 % de coincidencia entre un texto previo y el postulado. Los editores comprueban cada artículo con un software antiplagio y, si se detecta, el trabajo es rechazado. El *software* que se utiliza para esta revisión es *Similarity Check* [<https://www.crossref.org/services/similarity-check/>] de Crossref.

Código de ética

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

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

declarar expresamente la no existencia de conflicto de intereses.

Cualquier violación de tipo ética relacionada con el manuscrito, será resuelta utilizando los protocolos establecidos por el Comité Internacional de Ética en la Publicación Científica (COPE) [http://publicationethics.org/files/All_Flowcharts_Spanish_0.pdf]. 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.

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

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

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

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Equipo editorial

Editor general

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

Editor asociado

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

Comité editorial

Alexia Torres.
Universidad Simón Bolívar. Caracas Venezuela.

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

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

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

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

Elba Sangronis.
Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

Elizabeth Dini Golding.
Grupo TAN, Caracas, Venezuela.

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

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

Cuerpo editorial

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Hazel Anderson. Universidad del Zulia. Maracaibo,
Venezuela.

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

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

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

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

Iñigo Verdalet Guzmán. Universidad Veracruzana.
Veracruz, México.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Equipo editorial

Cuerpo 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 Antímano. Caracas, Venezuela.

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

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

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

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

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

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

Norma Sammán. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina

Odilia Bermúdez. Universidad de Tufts. Massachusetts, EEUU.

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

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

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

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

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

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

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

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 73. N° 2, Abril - Junio 2023

Contenido

Páginas

ARTÍCULOS ORIGINALES

Calidad nutricional e impacto en medio ambiente por los insumos utilizados por un comedor universitario en Uruguay

Virgilio J. Strasburg, Gabriela Prattes, Brenda Acevedo, Claudia Suárez..... 90

Aceptabilidad de alimentos según sociodiversidad en comedores escolares de Brasil

Luciana Dias de Oliveira, Larissa Mont'Alverne Jucá Seabra, Andrea Mónica Solans, Liana Galvão Bacurau Pinheiro, Vanuska Lima da Silva, Vanessa Magnus Hendler, Agnes Gomez Kopper, Eliziane Nicolodi Francescato Ruiz..... 102

Association between ultraprocessed food consumption and obesity in US adults: an analysis of NHANES 2009-2018

Stephani F. Mashki, Mariane H. de Oliveira, Débora B. dos S. Pereira, Graciela C. Gregolin, Wolney L. Conde. 113

Efficacy of nutrition therapy with food rich in methionine for treating nonalcoholic fatty liver

Jaime Morales-Romero, María Cristina Ortíz León, Héctor Hernández-Gutiérrez, Roberto A. Bahena-Cerón, Aidé Miranda-Reza, José A. Marin-Carmona, Edit Rodríguez-Romero, Silvia I. Mora-Herrera, Jonathan Garcia-Roman, Julio I. Pérez-Carreón, Eduardo Rivadeneyra-Domínguez, Gabriel Riande-Juárez, Rebeca Garcia-Roman..... 122

Validation of an instrument to evaluate the satisfaction of the professional practice in pertaining students to the program of Nutrition and Dietary

Claudia Machuca Barria, Mauricio Cresp Barria, Valentina Espinoza Zambrano, Pedro Delgado Floody, Luis García-Rico..... 135

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Effects of nutritional profile system and front labeling in food selection during purchases: a systematic review

Natalia B Bertorello, Federico Minin, Sharon Viscardi, Constanza Rodríguez Junyent..... 144

Identificación de polimorfismos obesogénicos en mexicanos

Verónica Alexandra Robayo Zurita..... 154

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 169