

Revista Española de  
**Nutrición Humana  
y Dietética** // Spanish Journal of  
Human Nutrition and Dietetics

 OPEN ACCESS





# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



**Miembro de:**

- AIBAN:** Alianza Iberoamericana de Nutricionistas.
- CIENUT:** Comité internacional por la Estandarización de la Nutriología.
- EFAD:** Federación Europea de Asociaciones de Dietistas.
- ICDA:** Confederación Internacional de Asociaciones de Dietistas.

## COMITÉ EDITORIAL

**Editor Jefe:**

Macarena Lozano-Lorca  
*Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Granada, España.*

**Subdirector Editorial:**

Manuel Reig García-Galbis  
*Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, España.*

**Editora Honoraria:**

Nahyr Schinca Lecocq  
*Academia Española de Nutrición y Dietética, España.*

**Editores/as Asociados/as:**

Rafael Almendra-Pegueros  
*Institut de Recerca de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Institut d'Investigació Biomèdica Sant Pau (IB SANT PAU), España.*

Laura Álvarez Álvarez

*Grupo de Investigación en Interacciones Gen-Ambiente-Salud (GIGAS), Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, España*

Evelia Apolinar Jiménez

*Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío adscrito a los Servicios de Salud del Instituto Mexicano del Seguro Social para el Bienestar, IMSS-Bienestar, León, Guanajuato, México.*

María Victoria Aviles

*Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Entre Ríos, CONICET-UNER, Argentina.*

Diego A. Bonilla

*División de Investigación, Dynamical Business & Science Society – DBSS International SAS, Colombia.*

Rodrigo Daga

*Centro de Salud Daniel Hernández, Red de Salud Tayacaja, Huancavelica, Perú.*

Tania Fernández-Villa

*Departamento de Ciencias Biomédicas, Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de León, España.*

Amparo Gamero Lluna

*Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Facultad de Farmacia, Universitat de València, España.*

Joel Girón Hernández

*Centro de los Biomateriales e Ingeniería Tisular, Universitat Politècnica de València, España.*

Ashuin Kammar García

*Dirección de Investigación, Instituto Nacional de Geriátria, Ciudad de México, México*

Malak Kouiti

*Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Granada, España.*

Edna Judith Nava González

*Facultad de Salud Pública y Nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.*

Patricio Pérez-Armijo

*Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Isabel I, Burgos, España.*

Édgar Pérez Esteve

*Departamento de Tecnología de Alimentos, Universitat Politècnica de València, España.*

Cristina Ruano Rodríguez

*Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), España.*

Claudia Troncoso-Pantoja

*Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile.*

## CONSEJO EDITORIAL EJECUTIVO

**Nutrición básica y aplicada:**

Alfredo Martínez (coordinador)  
*Universidad de Navarra, Pamplona, España.*

Itziar Zazpe García  
*Universidad de Navarra, Pamplona, España.*

Marta Cuervo Zapatel  
*Universidad de Navarra, Pamplona, España.*

Marta Garaulet Aza  
*Universidad de Murcia, España.*

José Luis Santos (Chile)  
*Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.*

**Nutrición clínica y hospitalaria:**

María del Mar Ruperto López (coordinadora)  
*Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España.*

Violeta Moize Arcone  
*Grupo Hospitalario Quirón, España.*

María Garriga García  
*Hospital Universitario Ramón y Cajal, España.*

Emili Ros Rahola  
*Hospital Clínico de Barcelona, España.*

Horacio González (Argentina)  
*Hospital de Niños Sor María Ludovica, Argentina.*

Josefina Bressan (Brasil)  
*Universidad Federal de Viçosa, Brasil.*

**Educación alimentaria y sanitaria:**

Manuel Moñino  
*Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas de les Illes Balears, España.*

Eduarne Simón  
*Universidad del País Vasco, España.*

Francisco Gómez Pérez  
*Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, España.*

Graciela González (Argentina)

*Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas, Argentina.*

**Cultura alimentaria, sociología, antropología de la alimentación y psicología:**

Elena Espeitx (coordinadora)  
*Universidad de Zaragoza, España.*

Joy Ngo  
*Fundación para la Investigación Nutricional, Barcelona, España.*

Gemma López-Guimerá  
*Universidad Autónoma de Barcelona, España.*

Pilar Ramos  
*Universidad de Sevilla, España.*

Patricia Marcela Aguirre de Tarrab (Argentina)  
*Instituto de Altos Estudios Sociales (IDAES), Argentina.*

**Cooperación Humanitaria y Nutrición:**

José Miguel Soriano del Castillo (coordinador)  
*Universidad de Valencia, España.*

Alma Palau Ferré  
*Colegio Oficial de Dietistas y Nutricionistas de la Comunitat Valenciana, España.*

Gloria Domènech  
*Universidad de Alicante, España.*

Estefanía Custodio  
*Instituto de Salud Carlos III, España.*

Faviola Susana Jiménez Ramos (Perú)  
*Red Peruana de Alimentación y Nutrición (RPAN), Perú.*

Hilda Patricia Núñez Rivas (Costa Rica)  
*Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Costa Rica.*

Geraldine Maurer Fossa (Perú)  
*Alerta Nutricional, Perú.*

**Tecnología culinaria y gastronomía:**

Giuseppe Russolillo (coordinador)  
*Asociación Española de Dietistas -Nutricionistas, Barcelona, España.*

Antonio Vercet  
*Universidad de Zaragoza, España.*

Alicia Bustos  
*Universidad de Navarra, España.*

Yolanda Sala  
*Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas, España.*

Javier García-Luengo Manchado  
*Escuela Universitaria de Artes y Espectáculos, Universidad Rey Juan Carlos, España.*

Andoni Luís Aduriz  
*Mugaritz, España.*

**Bromatología, toxicología y seguridad alimentaria:**

Iciar Astiasarán (coordinadora)  
*Universidad de Navarra, España.*

Roncesvalles Garayoa  
*Universidad de Navarra, España.*

Carmen Vidal Carou  
*Universidad de Barcelona, España.*

Diana Ansorena  
*Universidad de Navarra, España.*

María Teresa Rodríguez Estrada (Italia)  
*Universidad de Bologna, Italia.*

**Nutrición Comunitaria y Salud Pública:**

M<sup>ª</sup> del Rocío Ortiz (coordinadora)  
*Universidad de Alicante, España.*

Andrew Farran  
*Universidad de Barcelona, España.*

Carlos Álvarez-Dardet  
*Universidad de Alicante, España.*

Jesús Vioque

*Universidad Miguel Hernández, España.*

Odilia I. Bermúdez (Estados Unidos)

*Tufts University School of Medicine, Estados Unidos.*

**Dietética Aplicada y Dietoterapia:**

Julia Wärnberg

*Universidad de Málaga, España.*

Cleofé Pérez-Portabella Maristany

*Hospital Vall d'Hebron, España.*

Marina Torresani

*Universidad de Buenos Aires, Argentina.*

Laura López

*Universidad de Buenos Aires, Argentina.*

**Consejo Editorial consultivo:**

Josep Boatella

*Universidad de Barcelona, España.*

Pilar Cervera

*Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas, España.*

Margarita Jansà

*Hospital Clínico de Barcelona, España.*

Ana Pérez-Heras

*Hospital Clínico de Barcelona, España.*

Mercè Planas

*Hospital Vall d'Hebron, España.*

Ramón Tormo

*Grupo Hospitalario Quirón, España.*

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



### Miembro de:

**AIBAN:** Alianza Iberoamericana de Nutricionistas.

**CIENUT:** Comité internacional por la Estandarización de la Nutriología.

**EFAD:** Federación Europea de Asociaciones de Dietistas.

**ICDA:** Confederación Internacional de Asociaciones de Dietistas.

## COMITÉ DIRECTIVO DE LA ACADEMIA

**Giuseppe Russolillo Femenías**  
*Presidente*

**Cleofé Pérez Portabella**  
*Emérita y Vicepresidente Primera*

**Iva Marques Lopes**  
*Miembro de Honor*

**Martina Miserachs Blasco**  
*Vicepresidenta Segunda y Miembro de Honor*

**María Casadevall Moliner**  
*Miembro de Honor*

**Nahyr Schinca Lecocq**  
*Emérita y Editora Honoraria de Actividad Dietética*

**Yolanda Sala Vidal**  
*Emérita de Honor*

**Antonio Valls**  
*Secretario y Miembro de Honor*

**Alma Palau Ferré**  
*Miembro de Honor*

Academia Española de Nutrición y Dietética: C/ Luis Morondo, 4 • Oficina 5 • 31006 Pamplona (España).



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Todos los contenidos publicados en la Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se distribuyen bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Esto permite copiar, redistribuir, adaptar y reutilizar el material únicamente para fines no comerciales, siempre que se cite adecuadamente la fuente original y cualquier obra derivada se comparta bajo la misma licencia.

Licencia completa: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

La Academia Española de Nutrición y Dietética no tendrá responsabilidad alguna por las lesiones y/o daños sobre personas o bienes que sean el resultado de presuntas declaraciones difamatorias, violaciones de derechos de propiedad intelectual, industrial o privacidad, responsabilidad por producto o negligencia. Tampoco asumirán responsabilidad alguna por la aplicación o utilización de los métodos, productos, instrucciones o ideas descritos en el presente material. En particular, se recomienda realizar una verificación independiente de los diagnósticos y de las aplicaciones terapéuticas.

### Diamond Open Access

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética sigue el modelo de Diamond Open Access, lo que significa que todos los contenidos se publican en acceso abierto inmediato y que no se cobran tasas de publicación (APC) a los autores ni costes de acceso a los lectores. La actividad editorial se sostiene gracias al trabajo voluntario del equipo editorial y de las personas revisoras, mientras que los costes de gestión y mantenimiento de la revista son financiados íntegramente por la Academia Española de Nutrición y Dietética. Este modelo permite garantizar la difusión abierta del conocimiento científico en nutrición humana y dietética sin barreras económicas para autores ni lectores.

### Protección de datos:

La Academia Española de Nutrición y Dietética (la Academia) garantiza la protección de todos los datos de carácter personal que proporcione el Usuario y el cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (UE) 2016/679 de 27 de abril de 2016, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (en adelante RGPD); en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD); en el reglamento de desarrollo de la LOPD, el RD 1720/2007 de 21 de diciembre y/o normativa española vigente que le sustituya en materia de protección y tratamiento de datos de carácter personal. Puede ver la Política de Privacidad y Protección de datos personales en la página web de la Academia <https://www.academianutricionydietetica.org/pro/politica-privacidad/>

Correo electrónico: [j.manager@renhyd.org](mailto:j.manager@renhyd.org)

Depósito legal: B-17288-2011

ISSN (print): 2173-1292 • ISSN (online): 2174-5145

Abreviatura: Rev Esp Nutr Hum Diet

DOI revista: 10.14306/renhyd/

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics


[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### EDITORIAL

#### Rol de género en la alimentación: una reflexión necesaria

➤ Gender role in food: a necessary reflection

**Claudia Troncoso-Pantoja<sup>a,b,\*</sup>, Alberto Pérez-López<sup>c</sup>, Patricio Pérez-Armijo<sup>d</sup>, Édgar Pérez-Esteve<sup>e</sup>, Ashuin Kammar-García<sup>f</sup>, Amparo Gamero<sup>g</sup>, Tania Fernández-Villa<sup>h,i</sup>, Macarena Lozano-Lorca<sup>j,k</sup>, Evelia Apolinar-Jiménez<sup>l</sup>, Manuel Reig García-Galbis<sup>m</sup>, Fanny Petermann-Rocha<sup>n</sup> y Rafael Almendra-Pegueros<sup>o</sup>**

**a** Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

**b** Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.

**c** Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Alcalá, Madrid, España.

**d** Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Isabel I, Burgos, España.

**e** Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos FoodUPV, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

**f** Dirección de Investigación. Instituto Nacional de Geriátrica. Ciudad de México, México.

**g** Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universitat de València, Valencia, España.

**h** Grupo de Investigación en Interacciones Gen-Ambiente y Salud (GIIGAS) / Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, León, España.

**i** Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid, España.

**j** Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud de Melilla, Universidad de Granada, Melilla, España.

**k** Instituto de Investigación Biosanitaria ibs. GRANADA, Granada, España.

**l** Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío adscrito a Servicios de Salud del Instituto Mexicano del Seguro Social para el Bienestar (IMSS-Bienestar), León, Guanajuato, México.

**m** Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig s/n, 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante, España.

**n** Centro de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

**o** Institut de Recerca Sant Pau (IR SANT PAU), Barcelona, España.

\*[ctroncosop@ucsc.cl](mailto:ctroncosop@ucsc.cl)

Editor Asignado: Rafael Almendra-Pegueros, Institut de Recerca Sant Pau (IR SANT PAU), Barcelona, España

Recibido: 23/04/2025; Aceptado: 30/06/2025; Publicado: 30/06/2025

### CITA

**Troncoso-Pantoja C, Pérez-López A, Pérez-Armijo P, Pérez-Esteve E, Kammar-García A, Gamero A, Fernández-Villa T, Lozano-Lorca M, Apolinar-Jiménez E, Reig García-Galbis M, Petermann-Rocha F, Almendra-Pegueros R. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2466.**

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2466>



En la historia de la humanidad, el término “género” ha transitado y deconstruido en un sinnúmero de concepciones complejas, las que incluye aspectos legales, biológicos, de autodefinición y de expresiones que constituyen normas sociales relacionadas con comportamientos y apariencias sociales estereotipadas<sup>1</sup>. Las normas sociales, moldeadas a través de interacciones aceptadas o rechazadas por la comunidad, se entrelazan con las normas de género, estas últimas de origen institucional e impuestas desde el poder, para lograr direccionar comportamientos esperados para hombres y mujeres, que circundan en un enfoque práctico individual o colectivo<sup>2</sup>. Las normativas de género están influenciadas de manera directa por prácticas que son significativas para grupos sociales y que, por diversas formas de proceder, dirigen las conductas socioculturales<sup>3</sup>.

El concepto de alimentación, como proceso voluntario, se ha permeado por creencias de género a través del tiempo, lo que ha cimentado dinámicas de roles decantando en mujeres un marcado protagonismo, que, por tradiciones, nivel educacional o políticas, entre otros aspectos, las han conducido a ser las responsables, de una u otra manera, de los cuidados y mantenimiento de patrones alimentarios en sus grupos sociales y familiares<sup>4</sup>. Esto último, sería independiente de la etapa en la trayectoria vital que curse alguna persona: las normativas y diferencias de género trascenderían en la alimentación, desde la selección, preferencias y actitudes hasta la construcción social de que mujeres, solo por el hecho de ser mujeres, presentarían estilos de vida y una alimentación más saludable<sup>5</sup>. Por lo tanto, es necesario comprender que la relación entre género y alimentación entretiene roles, normas y desigualdades que influyen en la toma de decisiones y prácticas alimentarias en diversos contextos sociales y culturales.

Lo expuesto con anterioridad, conlleva una necesaria y profunda consideración sobre la esencia simplificada de generalizaciones en torno a la alimentación y el género: ¿por qué las normativas de género naturalizan un comportamiento estereotipado a mujeres en los cuidados domésticos? Por otra parte, invisibilizando una construcción patriarcal de antaño sobre cuidados domésticos, ¿qué ocurre con los hombres y la alimentación en la actualidad? Para estas preguntas, las respuestas pueden ser tan complejas como variadas, lo que favorece el comprender que género y alimentación, son conceptos que viven una constante tensión y que, a nivel clínico y colectivo, y desde un enfoque sociosanitario, son dinámicos, cíclicos y dependientes del potencial sociocultural de las personas, hecho frecuente de reconocer en la práctica profesional.

Desde una perspectiva sociológica de los ambientes alimentarios domésticos, se mantendría una visión heteronormativa del rol de género, identificándose desigualdades en las tareas domésticas, donde las mujeres mantienen una hegemonía cultural al momento de cocinar<sup>6</sup> o comprar los alimentos para el hogar (Tabla 1). No obstante, la evolución sociocultural está reasignando, en mayor o menor medida, dinámicas de roles en cuidados domiciliarios, originado también en parte por la inclusión de comidas preparadas

al patrón alimentario individual y familiar, la mayor presencia de las mujeres en el mercado laboral, e incluso, desde otra perspectiva, el incremento de hombres que participan en labores caseras entre las que se incluye cocinar para su grupo familiar<sup>7</sup>.

Los roles de género social asociados a hombres o masculinidades, desde una aproximación binaria, mujer y hombre, transitan entre tipologías que las reconoce como aquellos roles neotraditionalistas, con representaciones de funciones reconocidas como femeninas y masculinas a través del tiempo, o aquellas masculinidades igualitarias, en que las actividades están distribuidas de manera equitativa o también, normativas progresistas, centrada en la justicia social y la equidad<sup>8</sup>. Estas definiciones permiten reconocer que no se presenta solo un tipo de masculinidades en los cuidados domésticos: es una activa construcción sociocultural, y por lo mismo, parte de la toma decisiones individuales con posibles repercusiones colectivas.

Otro elemento esencial de las masculinidades se plasma en los cuidados asignados a la alimentación en los hogares, a los que Neuman<sup>9</sup> identifica como resultantes de un marcado cambio cultural, político y estructural. El autor imprime el término de “nuevas paternidades” a la interpretación y expectativas esperadas de las sociedades a las actividades que los hombres realizan en la actualidad, como, por ejemplo, el incremento de tiempo que dedican a los cuidados domésticos, aunque los mayores cambios están transitando en mujeres y sus tiempos dedicados a responsabilidades domésticas en diversos contextos (Tabla 1). También aclara que esta acción se presenta en hombres sin hijos, además de señalar que la situación socioeconómica en los grupos familiares, incrementa o reduce la brecha de tiempo destinado a las actividades domésticas, situación que se replica según nivel educacional, ya que, a mayor educación, mayor igualdad en las tareas domésticas<sup>9</sup>.

Al acercar esta discusión a acciones concretas propias de la seguridad alimentaria, como la selección y preparación de alimentos, se evidencia una fuerte identidad de género. Las normas sociales tienden a asignar estas responsabilidades a las mujeres, reforzando representaciones hegemónicas sobre quién “debe” encargarse de las tareas domésticas vinculadas a la alimentación. Por ejemplo, decisiones cotidianas como quién planifica las comidas, compra los alimentos o cocina para la familia suelen estar marcadas por roles de género. Aunque algunas prácticas, como la preparación de la barbacoa, puedan asociarse culturalmente a los hombres, estas excepciones refuerzan -más que cuestionan- la división tradicional del trabajo en el hogar. En nuestra sociedad, esta elaboración culinaria suele estar cargada de estereotipos de género: en el imaginario colectivo, se asocia a las mujeres la elaboración de las ensaladas, mientras que los hombres asumen el rol de responsables de la parrilla y la carne. Las masculinidades afloran en esta instancia, explorando aquellas patriarcales que consumen carnes de manera libre, sin preocupaciones sanitarias o de sustentabilidad ecológica<sup>10</sup>.

**Tabla 1.** Horas semanales dedicadas a actividades de cuidados y tareas del hogar. España y UE-28. 2016.

Actividades	España		UE-28	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Cuidado o educación de hijos	23	38	21	38
Cuidado o educación de nietos	16	16	12	16
Cocinar o hacer labores domésticas	11	20	0	0
Cuidado de familiares, vecinos o amigos enfermos o con discapacidad menores de 75 años	14	20	13	16
Cuidado de familiares, vecinos o amigos enfermos o con discapacidad mayores de 75 años	14	18	10	12

Adaptado de Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de Calidad de Vida 2016. Eurofound. [https://www.ine.es/jaxiPx/Tabla.htm?path=/t00/mujeres\\_hombres/tablas\\_2/10/&file=CTF03G2.px&type=pcaxis&L=0](https://www.ine.es/jaxiPx/Tabla.htm?path=/t00/mujeres_hombres/tablas_2/10/&file=CTF03G2.px&type=pcaxis&L=0)

En este contexto, es fundamental incluir un enfoque de género en las investigaciones del área de la nutrición, dietética y alimentación, ya que hombres y mujeres son capaces de presentar diversos comportamientos al momento de seleccionar o consumir alimentos. Las prácticas alimentarias pueden ser influidas por expectativas sociales de género, con roles que fomenten una alimentación más equitativa, saludable y que reduzca los estereotipos. Esta acción podría beneficiar a la salud de manera individual y colectiva.

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética valora la importancia de considerar enfoques de género en la práctica profesional y el desarrollo de investigaciones. Sin duda, esto representa un valioso aporte en el avance hacia una atención más equitativa a nivel personal y comunitario, lo que contribuye al logro de un bienestar más integral.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Todos los autores participaron en la concepción, redacción del manuscrito y aprobaron la versión final del mismo.

## FINANCIACIÓN

No existió financiación para la redacción de este manuscrito.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores son editores asociados de la Revista Española de Nutrición Humana y Dietética (RENHYD).

## REFERENCIAS

- (1) Lindqvist A, Sendén M, Renström E. What is gender, anyway: a review of the options for operationalising gender. *Psychol. Sex.* 2020; 12(4), 332–344. <https://doi.org/10.1080/19419899.2020.1729844>
- (2) Cislighi B, Heise L. Gender norms and social norms: differences, similarities and why they matter in prevention science. *Sociol Health Illn.* 2020; 42(2): 407-422. <https://doi.org/10.1111/1467-9566.13008>
- (3) Cislighi B, Berkowitz AD. The evolution of social norms interventions for health promotion: Distinguishing norms correction and norms transformation. *J Glob Health.* 2021; 11:03065. <https://doi.org/10.7189/jogh.11.03065>
- (4) Das S, Mishra A. Dietary practices and gender dynamics: understanding the role of women. *J Ethn Food.* 2021; 8: 4. <https://doi.org/10.1186/s42779-021-00081-9>
- (5) Bärebring L, Palmqvist M, Winkvist A, Augustin H. Gender differences in perceived food healthiness and food avoidance in a Swedish population-based survey: a cross sectional study. *Nutr J.* 2020; 19(1): 140. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00659-0>
- (6) Fielding P, Oleschuk M. Unequal foodwork: situating the sociology of feeding within diet and nutrition disparities. *Sociol. Compass.* 2023; 17(4): e13067. <https://doi.org/10.1111/soc4.13067>
- (7) Gracia M, Menasche R. Food stories, women's stories: issues on anthropology of food and gender. *Anu. Antropol.* 2024; 49(2): 1-18. <https://doi.org/10.4000/127w7>
- (8) Oliffe JL, Kelly MT, Gao N, Mootz J, Seidler ZE, Rice SM. Neotraditionalist, egalitarian and progressive masculinities in men's heterosexual intimate partner relationships. *Soc Sci Med.* 2023; 333:116143. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116143>
- (9) Neuman N. Foodwork as the New Fathering? Change and Stability in Men's Housework. *Cult. Unbound.* 2021; 12(3): 527-549. <https://doi.org/10.3384/cu.v12i3.3249>
- (10) Pontrandolfo G. Meat in the eye of the storm. Masculine identity reaffirmations and discursive polarisations on gender in the controversy over meat consumption in Spain. *Rev. investig. lingüíst.* 2022; 25: 185-214. <https://doi.org/10.6018/rii.523461>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

#### Cuestionario barreras para la alimentación saludable (C-BASU) en universitarios mexicanos: construcción y evidencias de validez

➤ Barriers to healthy eating questionnaire (C-BASU) in Mexican college students: construction and evidence of validity

Ma. de los Ángeles Vacio Muro<sup>a,b,\*</sup>, Roberto Lagunes Córdoba<sup>b</sup>, Martha Leticia Salazar Garza<sup>a</sup> y María Luisa Marván Garduño<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Psicología, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

<sup>b</sup> Instituto de Investigaciones Psicológicas (IIP), Universidad Veracruzana región Xalapa, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.

\*[angeles.vacio@edu.uaa.mx](mailto:angeles.vacio@edu.uaa.mx)

Editor Asignado: Ashuin Kammar-García, Dirección de Investigación. Instituto Nacional de Geriátría. Ciudad de México, México

Recibido: 19/09/2024; Aceptado: 19/12/2024; Publicado: 17/05/2025

#### PALABRAS CLAVE

Adulto joven  
Estilo de vida  
Acceso a alimentos saludables  
Diseño de Cuestionarios

#### ➤ RESUMEN

**Introducción:** Ingresar a la universidad implica adoptar un estilo de vida autogestionado, debido al incremento en la carga y rigor académico. Ante tal escenario, muchos universitarios priorizan dichas responsabilidades académicas, descuidando su alimentación. Las barreras que dificultan una alimentación saludable se han clasificado en tres tipos: intrapersonal-individual, interpersonal-ambiental social y de contexto-ambiental físico. Hasta ahora, estas barreras se han explorado únicamente en investigaciones cualitativas. Por lo que, el objetivo de esta investigación fue construir un cuestionario válido y confiable que mida las barreras percibidas por los estudiantes para alimentarse saludablemente, bajo un diseño instrumental.

**Metodología:** Participaron 2,405 estudiantes universitarios mexicanos. Se verificó la validez de constructo por el método de validación cruzada con dos submuestras: la primera (n= 605) se utilizó para realizar el análisis factorial exploratorio (AFE), y la segunda (n= 1800) para el análisis factorial confirmatorio (AFC). Se calcularon índices de confiabilidad de cada factor con los coeficientes Alpha de Cronbach y Omega de McDonald. El AFC se realizó con el método de mínimos cuadrados ponderados por la diagonal. El ajuste de los datos se valoró por los índices CFI, RMSEA y SRMR.

**Resultados:** Con el AFE se obtuvo una estructura de ocho factores con adecuada confiabilidad y con el número de reactivos mínimo necesario para representar adecuadamente el contenido de cada factor. Con el AFC se obtuvieron muy buenos índices de ajuste. Los resultados de confiabilidad y la estimación de validez convergente también fueron aceptables.

**Conclusiones:** El cuestionario presentado es válido y confiable para evaluar las barreras en la alimentación saludable en estudiantes universitarios. El uso de esta herramienta puede coadyuvar al desarrollo de estrategias institucionales que faciliten una alimentación saludable en sus estudiantes y no solo su promoción.

**Financiación:** El presente estudio se realizó con la financiación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.



## KEYWORDS

Young adult

Lifestyle

Access to healthy foods

Questionnaire design

## ABSTRACT

**Introduction:** Entering University implies adopting a self-managed lifestyle, due to the increased academic load and rigor. Faced with such a scenario, many university students prioritize their academic responsibilities, neglecting their nutrition. The barriers to healthy eating have been classified into three types: intrapersonal-individual, interpersonal-social environmental and contextual-physical environmental. So far, these barriers have been explored only in qualitative research, therefore, the objective of this study was to construct a valid and reliable questionnaire that measures the barriers perceived by students to healthy eating, under an instrumental design.

**Methodology:** 2,405 Mexican college students participated. Construct validity was verified using the cross-validation method. Two subsamples were created: the first (n= 605) was used for exploratory factor analysis (EFA) and the second (n= 1800) for confirmatory factor analysis (CFA). Reliability indices were calculated for each factor with Cronbach's Alpha and McDonald's Omega coefficients. CFA was performed using the diagonal weighted least squares method. The goodness of fit of the data was assessed with the CFI, RMSEA and SRMR indices.

**Results:** With the EFA, an eight-factor structure was obtained with adequate reliability and with the minimum number of items necessary to adequately represent the content of each factor. The CFA obtained very good fit indices. Reliability results and the convergent validity estimates were also acceptable.

**Conclusions:** The presented questionnaire is valid and reliable for the assessment of barriers to healthy eating in college students. The use of this tool can contribute to the development of institutional strategies to facilitate healthy eating among their students and not only its promotion. Its use is suggested both in clinical practice and in research.

**Funding:** Universidad Autónoma de Aguascalientes, México funded this study.

MENSAJES  
CLAVE

1. El C-BASU es la primera herramienta diseñada para identificar las barreras en la alimentación saludable de universitarios mexicanos. Su estructura es válida y confiable; algunos de sus factores coinciden con la literatura del área y otros son novedosos.
2. Las barreras a nivel intrapersonal-individual son las más reportadas, lo que sugiere la necesidad de desarrollar estrategias que impacten en las decisiones y comportamientos individuales ante el entorno alimentario que ofrecen las universidades.
3. Es imperante que las universidades revisen las políticas relacionadas con la disponibilidad y el acceso de alimentos saludables dentro de la institución y a sus alrededores; así como las políticas relacionadas con el tiempo que disponen los estudiantes para alimentarse.
4. Es necesario ampliar el estudio de los determinantes de la alimentación saludable en estudiantes universitarios, pues la evidencia implica cada vez más, al entorno alimentario universitario en la creación de una generación obesogénica.

## CITA

Vacio Muro M.A., Lagunes Córdoba R., Salazar Garza M.L., Marván Garduño M.L. Cuestionario barreras para la alimentación saludable (C-BASU) en universitarios mexicanos: construcción y evidencias de validez. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2314.

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2314>

## INTRODUCCIÓN

El ingreso a la universidad implica adquirir un estilo de vida que requiere de autogestión del tiempo<sup>1</sup>, debido el incremento en la carga de trabajo académico y su rigor; lo que aumenta el estrés<sup>1,2</sup> y dificulta llevar una dieta saludable. Generando un círculo vicioso, pues una dieta poco saludable se relaciona con síntomas de depresión, ansiedad y estrés<sup>2</sup>.

Los hábitos que se desarrollen durante la etapa universitaria, repercutirán en el estado de salud futuro<sup>3</sup>. Los estudiantes suelen adoptar dietas de menor calidad nutricional<sup>4</sup>, con un menor consumo de frutas, verduras y pescados; y un mayor consumo de comida rápida, aperitivos, refrescos y alcohol<sup>5</sup>. Incluso, excluyen algunas comidas principales o las sustituyen con alimentos poco saludables entre comidas<sup>3</sup>. Por ello, la etapa universitaria es considerada un periodo crítico para el aumento de peso y grasa corporal<sup>6-8</sup>, reconociendo la promoción de estilos de alimentación poco saludable en entornos universitarios<sup>8</sup>.

El estudio de las barreras es una alternativa para identificar los factores determinantes de una alimentación poco nutritiva en los estudiantes. Por ello, se han estudiado las barreras a través de entrevistas con grupos focales, encontrando tres tipos: 1) *intrapersonal-individual*, donde la falta de tiempo<sup>9-16</sup> y la falta de motivación (aburrimiento o flojera de preparar alimentos)<sup>10-13</sup> son las más reportadas. Por ejemplo, los estudiantes son menos propensos a elegir comida saludable cuando tienen poco tiempo entre clases<sup>1,17</sup> y debido a sus ocupaciones, son las mujeres quienes reportan más falta de tiempo y de motivación<sup>10</sup>; 2) *interpersonal-ambiental social*, se refiere a la influencia de amigos y familiares, así como la presión social<sup>9,12,14</sup>. Por ejemplo, son los amigos quienes determinan qué y cuánto comer<sup>14</sup> y; 3) *de contexto-ambiental físico*, como la dificultad para conseguir alimentos saludables y el fácil acceso a comida rápida, altos costos de los alimentos saludables y el limitado ingreso económico de los estudiantes<sup>9-16</sup>. Razón por la cual, algunos estudiantes se quedan sin comer<sup>14</sup>.

Las investigaciones sobre el tema se han realizado principalmente bajo una metodología cualitativa y con poblaciones de países de Norteamérica, Asia, Europa y Latinoamérica; sin embargo, dadas las condiciones particulares del entorno social y educativo, no queda claro si los resultados pueden generalizarse a la población mexicana. Por otro lado, si bien existen algunas herramientas de evaluación, estas son primordialmente de uso clínico y no miden las barreras que dificultan una alimentación saludable. Entonces, considerando la relevancia actual de ampliar el estudio sobre los determinantes de la alimentación saludable de los universitarios<sup>8,18</sup>, y que no se encontró en la literatura científica una herramienta específica para conocer las barreras, esta investigación siguió un diseño instrumental con el propósito de construir un Cuestionario que evalúe las Barreras en la Alimentación Saludable (C-BASU) en población universitaria mexicana.

## METODOLOGÍA

### Participantes

Participaron 2,405 estudiantes voluntarios de licenciatura de diferentes universidades de la ciudad de Aguascalientes, México. El criterio de inclusión fue tener al menos seis meses de haber ingresado a la universidad, sin importar el área académica. Se excluyó a quienes cursaban el primer semestre y a quienes sólo realizaban prácticas profesionales o servicio social, debido a que generalmente, se realizan fuera de la universidad. Fueron eliminados aquellos cuestionarios que estaban incompletos o contenía información inverosímil.

### Instrumento

Se redactaron 41 reactivos tipo Likert con cinco opciones de respuesta (1 = completamente en desacuerdo, 5 = completamente de acuerdo). Estos fueron diseñados con base en entrevistas con grupos focales en los que participaron 55 estudiantes, cuyo objetivo fue explorar las barreras de tipo intrapersonal-individual, interpersonal-ambiental social y de contexto-ambiental físico que dificultan que los estudiantes se alimenten saludablemente. Todas las entrevistas se transcribieron y fueron clasificadas las barreras en las categorías propuestas por la literatura, por tres colaboradores del proyecto y con apoyo del software Atlas.Ti 7.

La validez de contenido de los reactivos se evaluó con el método de jueceo por 5 expertos<sup>19</sup> (uno en psicometría; dos en psicología de la salud y alimentación; uno en estilos de vida y salud; y otro en psicología clínica y de la salud), quienes evaluaron cada uno de los reactivos considerando los criterios: a) claridad de las instrucciones; b) opciones de respuesta adecuadas; c) la claridad del reactivo; d) congruencia del reactivo con la escala de respuesta y con el tipo de barrera; e) pertinencia del reactivo; y f) suficiencia del total de reactivos para cada tipo de barrera. Así se reestructuró el contenido de algunos reactivos, se incrementó el número de reactivos en la categoría interpersonal y se empleó una escala Likert pictórica.

Los reactivos considerados inapropiados se descartaron y se modificaron aquellos cuya redacción fue deficiente, quedando un cuestionario de 54 reactivos. Se diseñó el cuestionario en la plataforma Google Forms, piloteado con 30 estudiantes y con éste, se validó la apariencia del cuestionario: la página inicial mostraba el aviso de privacidad simplificado; la segunda, el consentimiento informado en el que se marcaba "acepto" o "no acepto". Al aceptar, la tercera página mostraba una definición de alimentación saludable y las instrucciones de respuesta ejemplificadas. Posteriormente, aparecían los reactivos, cada uno con la escala de respuesta pictórica (ver versión impresa en material complementario). El cuestionario resultante fue aplicado al total de la muestra.

## Procedimiento

Una vez que el estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (PIPS21-1), se solicitó autorización para acudir a las aulas e invitar a participar a los grupos en el estudio. A quienes aceptaban participar, se les daba acceso a la plataforma Google Forms, donde leían y aceptaban el aviso de privacidad y el consentimiento informado en los que se garantizaba la confidencialidad de los datos y el derecho de abandonar el estudio en cualquier momento. El tiempo de respuesta del cuestionario osciló entre 10 y 15 minutos.

## Análisis de datos

La validez de constructo se obtuvo por el método de validación cruzada, que consiste en determinar la estructura factorial del cuestionario en una muestra y mediante el análisis factorial exploratorio (AFE), y en comprobar si la estructura persiste en una muestra diferente, mediante el análisis factorial confirmatorio (AFC)<sup>20</sup>. Por ello, la base de datos se dividió en dos submuestras: la primera (n= 605) para el AFE y la segunda (n= 1800), para el AFC. Con la primera submuestra se realizó el análisis del poder discriminativo de los reactivos por medio de la técnica de grupos contrastantes, comparando la puntuación del primer con el cuarto cuartil para cada uno<sup>21</sup>. Todos los reactivos tenían un adecuado poder discriminativo. Por otra parte, la presencia de efecto suelo o techo fue inferior al 15% para todos los reactivos.

Para determinar la factibilidad de ejecutar el AFE, se comprobó la normalidad univariante con la prueba de Shapiro-Wilk y la normalidad multivariante con la prueba de Mardia. Los datos no se ajustaron a la normalidad univariante ( $p < 0.001$  para todos los reactivos), ni tampoco a la normalidad multivariante (Mardia = 409.5). Por otra parte, los cocientes de asimetría máximo y mínimo (1.193 para el reactivo 25 y -1.125 para el reactivo 5) mostraron que el AFE, en su variante lineal, era apropiado para llevar a cabo el análisis de la validez de constructo. Dadas las características de la muestra, se utilizó el método de mínimos cuadrados no ponderados (ULS)<sup>22</sup> para llevar a cabo el AFE. Inicialmente, se utilizó el método de rotación oblicua geomin ( $\epsilon = 0.05$ ); sin embargo, como el porcentaje de correlaciones entre los factores superiores a 0.32 fue menor al 20%<sup>23</sup>, en adelante se utilizó el método de rotación ortogonal varimax. Una vez obtenida la estructura factorial, se determinó la confiabilidad de cada subescala por medio de los coeficientes Alpha de Cronbach ( $\alpha$ ) y omega de McDonald ( $\omega$ ).

Con la segunda submuestra se realizó el AFC con la estructura factorial encontrada en el AFE. La prueba de Shapiro-Wilk ( $p < 0.0001$ ) y la prueba de Mardia (105.68) mostraron la falta de existencia de normalidad univariante o multivariante. Por ello, se utilizó el método de mínimos cuadrados ponderados por la diagonal (DWLS) para estimar los parámetros de la estructura factorial propuesta. El ajuste de los datos se valoró por medio de

los índices CFI, RMSEA y SRMR de acuerdo con criterios vigentes en la literatura sobre ecuaciones estructurales<sup>24</sup>.

Adicionalmente, se obtuvo la confiabilidad en esta submuestra, así como estimaciones de validez convergente por medio de la varianza promedio extraída<sup>25</sup>, estimaciones de validez predictiva, y de la invarianza de las escalas de acuerdo con criterios vigentes<sup>26</sup>. Los análisis de realizaron mediante los programas IBM SPSS 20 y JASP 0.18.3.

## RESULTADOS

La edad promedio de los participantes fue de 20.75 años (SD = 2.23 años), el 64% fueron mujeres, el 35.3% hombres y el 0.7% no binarios. El 40% reportó que trabajaba. El 45.6% reportó un ingreso mensual familiar igual o mayor al ingreso promedio en el Estado de Aguascalientes (10, 000 pesos mensuales) y el 54.4% restante, reportó un ingreso por debajo del promedio. El 23.1% cursaba alguna carrera del área de Ciencias Sociales y Humanidades, el 29.7% del área de Salud, el 19.7% en Ingeniería, el 15.5% en área Económica-Administrativa y el 12% en área del Diseño.

### Primera submuestra: Análisis Factorial Exploratorio (AFE)

Los valores del coeficiente de Kaiser-Meyer-Olkin (.918), la prueba de esfericidad de Bartlett ( $p < 0.0001$ ) y la determinante de la matriz de correlaciones ( $< 0.00001$ ) apoyaron la idoneidad de la técnica del AFE para analizar la matriz de correlaciones. Fue necesario eliminar 9 reactivos que no cargaban adecuadamente en ningún factor, obteniéndose la estructura de 8 factores y 45 reactivos (Ver [Tabla 1](#)). Los ocho factores mostraron adecuada confiabilidad y el número de reactivos mínimo necesario para representar adecuadamente el contenido de cada factor<sup>25</sup> (Ver [Tabla 2](#)).

### Segunda submuestra: Análisis factorial confirmatorio (AFC), validez convergente y análisis de invarianza

El AFC con la estructura de 8 factores mostrada en la [Tabla 2](#), demostró muy buenos índices de ajuste de acuerdo con los criterios vigentes (CFI = .971; RMSEA = .050, IC 90: .049 - .051; SRMR = .060). Las cargas factoriales obtenidas oscilaron entre .38 y .90 y las correlaciones entre los factores fueron de .220 (entre los factores Desconocimiento y Alto Costo) a .834 (entre los factores Baja Oferta y Alto Costo) (Ver [Figura 1](#)).

Los resultados de confiabilidad fueron nuevamente en el rango de buenos a aceptables, al igual que la estimación de validez convergente por la varianza promedio extraída (VPE) (Ver [Tabla 3](#)). Se anexa una columna (VPE-R) que muestra los valores de la varianza promedio extraída bajo el criterio empírico propuesto por Moral de la Rubia<sup>25</sup> cuando se tienen índices de confiabilidad aceptables ( $\omega > .70$ ) y cargas factoriales altas ( $\lambda > .50$ ).

**Tabla 1.** Cargas factoriales de los reactivos del C-BASU en el AFE

Reactivo	Cargas factoriales							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Factor 1. Influencia social</b>								
46. Mis compañeros y amigos influyen en lo que como, aunque sea poco saludable.	.750	.304	-.033	.022	.098	.065	.028	.142
18. El que mis amigos elijan comida rápida influye para que continúe mi consumo de alimentos poco saludables.	.706	.110	.076	.124	.140	.077	.111	.115
38. Suelo copiar los hábitos de alimentación poco saludables de mis amigos, en lugar de los saludables.	.691	.370	.079	.000	.069	.093	.026	.067
26. Mi forma de comer se ve influenciada por lo que dicen comer mis amigos y amigas más populares.	.639	.264	.043	.072	.050	.038	.011	.067
5. Cuando mis compañeros comen de más, yo también lo hago aunque no tenga apetito.	.564	.052	.097	.030	.126	.022	-.005	.096
1. Suelo comer los mismos alimentos que mis amigos eligen, aunque sean poco saludables.	.543	.035	.077	.259	.139	.039	.129	-.088
9. Prefiero comer en lugares cercanos a la universidad donde se vende comida poco saludable porque puedo convivir con mis amigos.	.540	.013	.077	.255	.049	-.013	.103	.042
10. Suelo comprar alimentos poco saludables que promocionan mis amigos en las redes sociales virtuales.	.496	.189	-.007	.241	.093	.081	.006	.080
14. En mi grupo de amigos acostumbramos consumir alimentos chatarra en ciertos días de la semana.	.447	.016	.063	.242	.066	.159	.234	-.021
21. En la universidad compro los alimentos poco saludables que suelo comer en casa.	.443	.292	.003	.285	.068	.238	.263	.023
<b>Factor 2. Desconocimiento</b>								
36. Desconozco en qué consiste una alimentación saludable.	.144	.632	.144	.174	-.013	.066	.005	-.025
48. Desconozco los alimentos que pueden afectar mi salud.	.258	.615	.101	.049	.009	.010	-.051	.041
45. No sé cómo preparar alimentos saludables.	.215	.601	.093	.145	.086	.076	.123	.017
41. Tengo poco interés en llevar una alimentación saludable.	.335	.503	-.038	.225	.037	.034	.148	.189
33. Desconozco la cantidad que debo comer de cada tipo de alimento.	-.043	.466	.264	.146	-.009	.132	.426	-.165
39. Prefiero comprar alimentos en la universidad que llevar algo de casa porque no existe manera de calentarlo.	.375	.434	.058	.200	.008	.058	.002	.069
<b>Factor 3. Desorganización</b>								
54. La falta de horarios flexibles limitan el consumo de alimentos saludables.	.013	.034	.675	-.028	.090	.157	.182	.150
32. El ritmo diario entre la universidad y mi trabajo no me permiten alimentarme saludablemente.	.102	.164	.632	.098	.173	.198	.140	.011
3. Los nuevos horarios y rutinas en la universidad me dificultan alimentarme saludablemente.	.162	.000	.624	.150	.122	.092	.014	.024
7. No tengo horarios fijos para comer y como "cuando se puede".	.004	.158	.599	.231	.155	-.071	.001	.033
51. Los horarios académicos establecidos por mi universidad dificultan que pueda alimentarme las veces que necesito.	-.025	.053	.574	.016	.038	.107	.117	.203
50. La desorganización en mis actividades diarias no me permite alimentarme saludablemente.	.157	.238	.570	.156	.103	.062	.312	.229

Reactivo	Cargas factoriales							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Factor 4. Comodidad</b>								
11. Prefiero comprar alimentos en la universidad que invertir tiempo en prepararme un "lunch o refrigerio" en casa.	.291	.144	.206	<b>.691</b>	.075	.004	-.008	.051
12. Prefiero la comida chatarra que dedicar tiempo a conseguir alimentos saludables.	.302	.234	.105	<b>.580</b>	.184	.111	.230	.085
20. Prefiero la comida chatarra que dedicar tiempo a preparar alimentos saludables.	.340	.315	.106	<b>.559</b>	.099	.097	.243	-.044
23. Prefiero la comida rápida que dedicar tiempo a preparar alimentos saludables.	.352	.270	.169	<b>.530</b>	.087	.227	.287	-.070
17. Prefiero la comida rápida que dedicar tiempo a conseguir alimentos saludables.	.315	.311	.221	<b>.464</b>	.179	.165	.222	-.013
35. Prefiero comprar alimentos en la universidad porque no quiero cargar con recipientes desde casa con mi "lunch o refrigerio".	.307	.331	.199	<b>.454</b>	.015	.101	.084	-.085
<b>Factor 5. Estados emocionales</b>								
44. Consumo alimentos chatarra para disminuir mi ansiedad.	.164	.059	.137	.109	<b>.781</b>	.091	.138	.082
43. Cuando me siento deprimido elijo alimentos no saludables.	.163	.029	.162	.074	<b>.777</b>	.095	.076	.067
31. Cuando me siento ansioso elijo alimentos no saludables.	.111	.023	.123	.106	<b>.735</b>	.052	.338	-.009
4. Cuando me siento estresado elijo alimentos no saludables.	.201	.024	.272	.037	<b>.525</b>	.127	.141	.054
<b>Factor 6. Baja oferta</b>								
22. En mi universidad se ofrecen pocas opciones para alimentarme saludablemente.	.039	.031	.064	.189	.065	<b>.679</b>	.098	.170
42. Mi universidad carece de estrategias para promover una alimentación saludable en los estudiantes.	.013	.074	.121	.032	.135	<b>.553</b>	.108	.086
19. Las cafeterías de mi universidad, en su mayoría, ofrecen alimentos poco saludables.	.078	.032	.089	.015	.010	<b>.530</b>	.041	.406
37. En mi universidad se descuida la salubridad de los alimentos que se ofertan en las cafeterías.	.232	.330	.042	-.063	-.055	<b>.529</b>	-.051	.232
34. La oferta limitada de alimentos saludables en mi universidad influye para que yo elija comida rápida.	.156	.102	.232	.152	.177	<b>.526</b>	.254	.064
<b>Factor 7. Indiferencia</b>								
29. Cuando asisto a reuniones sociales con mis amigos, acostumbramos a consumir comida rápida o botanas.	.094	-.109	.112	.026	.259	.155	<b>.589</b>	.118
27. Aunque sé en qué consiste una alimentación saludable no me alimento de esa forma.	.220	.315	.202	.227	.138	.025	<b>.549</b>	.117
28. Cuando paso mucho tiempo sin comer, elijo cualquier tipo de alimento para satisfacer mi hambre.	.103	.081	.287	.171	.260	.098	<b>.542</b>	.038
30. Los sitios alrededor de mi universidad venden comida poco saludable.	.062	-.037	.113	.027	.177	.359	<b>.418</b>	.173
40. Me falta voluntad para mejorar mi forma de alimentarme.	.174	.297	.129	.259	.195	.080	<b>.409</b>	.179
<b>Factor 8. Alto costo</b>								
49. En las cafeterías de mi universidad, los alimentos poco saludables se sirven más rápido y son más baratos que los alimentos saludables.	.127	.036	.148	.074	.075	.269	.119	<b>.675</b>
47. Los alimentos saludables que oferta mi universidad son caros.	.114	.096	.186	-.061	.048	.184	.064	<b>.563</b>
52. En mi universidad venden más alimentos chatarra que comida saludable.	.102	-.096	.218	.013	.085	.433	.087	<b>.512</b>

Se marcan los números en *negrita* para resaltar el valor más alto de la carga factorial. La numeración de los reactivos corresponde a la lista original.

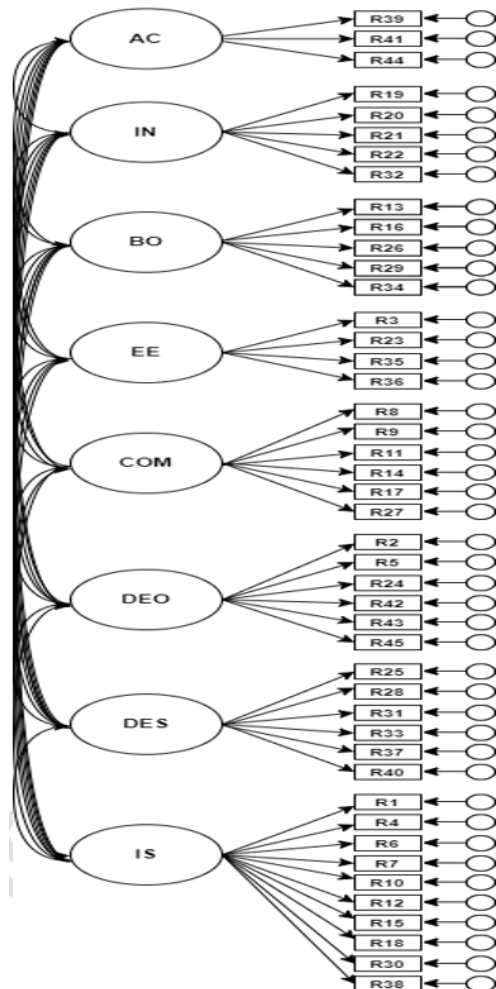
**Tabla 2.** Estructura factorial del C-BASU con sus índices de confiabilidad

	<b>Reactivos</b>	<b><math>\omega</math></b>	<b><math>\alpha</math></b>
Influencia social	1. Suelo comer los mismos alimentos que mis amigos eligen, aunque sean poco saludables. 5. Cuando mis compañeros comen de más, yo también lo hago aunque no tenga apetito. 9. Prefiero comer en lugares cercanos a la universidad donde se vende comida poco saludable porque puedo convivir con mis amigos. 10. Suelo comprar alimentos poco saludables que promocionan mis amigos en las redes sociales virtuales. 14. En mi grupo de amigos acostumbramos consumir alimentos chatarra en ciertos días de la semana. 18. El que mis amigos elijan comida rápida influye para que continúe mi consumo de alimentos poco saludables. 21. En la universidad compro los alimentos poco saludables que suelo comer en casa. 26. Mi forma de comer se ve influenciada por lo que dicen comer mis amigos y amigas más populares. 38. Suelo copiar los hábitos de alimentación poco saludables de mis amigos, en lugar de los saludables. 46. Mis compañeros y amigos influyen en lo que como, aunque sea poco saludable.	.874	.874
Desconocimiento	33. Desconozco la cantidad que debo comer de cada tipo de alimento. 36. Desconozco en qué consiste una alimentación saludable. 39. Prefiero comprar alimentos en la universidad que llevar algo de casa porque no existe manera de calentarlo. 41. Tengo poco interés en llevar una alimentación saludable. 45. No sé cómo preparar alimentos saludables. 48. Desconozco los alimentos que pueden afectar mi salud.	.787	.784
Desorganización	3. Los nuevos horarios y rutinas en la universidad me dificultan alimentarme saludablemente. 7. No tengo horarios fijos para comer y como "cuando se puede". 32. El ritmo diario entre la universidad y mi trabajo no me permiten alimentarme saludablemente. 50. La desorganización en mis actividades diarias no me permite alimentarme saludablemente. 51. Los horarios académicos establecidos por mi universidad dificultan que pueda alimentarme las veces que necesito. 54. La falta de horarios flexibles limitan el consumo de alimentos saludables.	.826	.825
Comodidad	11. Prefiero comprar alimentos en la universidad que invertir tiempo en prepararme un "lunch o refrigerio" en casa. 12. Prefiero la comida chatarra que dedicar tiempo a conseguir alimentos saludables. 17. Prefiero la comida rápida que dedicar tiempo a conseguir alimentos saludables. 20. Prefiero la comida chatarra que dedicar tiempo a preparar alimentos saludables. 23. Prefiero la comida rápida que dedicar tiempo a preparar alimentos saludables. 35. Prefiero comprar alimentos en la universidad porque no quiero cargar con recipientes desde casa con mi "lunch o refrigerio".	.878	.878
Estados emocionales	4. Cuando me siento estresado elijo alimentos no saludables. 31. Cuando me siento ansioso elijo alimentos no saludables. 43. Cuando me siento deprimido elijo alimentos no saludables. 44. Consumo alimentos chatarra para disminuir mi ansiedad.	.857	.850
Baja oferta	19. Las cafeterías de mi universidad, en su mayoría, ofrecen alimentos poco saludables. 22. En mi universidad se ofrecen pocas opciones para alimentarme saludablemente. 34. La oferta limitada de alimentos saludables en mi universidad influye para que yo elija comida rápida. 37. En mi universidad se descuida la salubridad de los alimentos que se ofertan en las cafeterías. 42. Mi universidad carece de estrategias para promover una alimentación saludable en los estudiantes.	.760	.758

	Reactivos	$\omega$	$\alpha$
Indiferencia	27. Aunque sé en qué consiste una alimentación saludable no me alimento de esa forma. 28. Cuando paso mucho tiempo sin comer, elijo cualquier tipo de alimento para satisfacer mi hambre. 29. Cuando asisto a reuniones sociales con mis amigos, acostumbramos consumir comida rápida o botanas. 30. Los sitios alrededor de mi universidad venden comida poco saludable. 40. Me falta voluntad para mejorar mi forma de alimentarme.	.772	.766
Alto Costo	47. Los alimentos saludables que oferta mi universidad son caros. 49. En las cafeterías de mi universidad, los alimentos poco saludables se sirven más rápido y son más baratos que los alimentos saludables. 52. En mi universidad venden más alimentos chatarra que comida saludable.	.747	.740

$\omega$ : coeficiente de confiabilidad Omega de McDonald;  $\alpha$ : coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach. Los reactivos fueron ordenados de menor a mayor en cada factor, respetando la numeración de la lista original.

**Figura 1. Estructura factorial confirmatoria del C-BASU**



Factores: AC: Alto Costo; DES: Desconocimiento; DEO: Desorganización; COM: Comodidad; EE: Estados emocionales; BO: Baja Oferta; IN: Indiferencia; IS: Influencia Social. Notas: a) Por cuestiones de legibilidad de la figura, no se muestran las cargas factoriales ni las correlaciones entre los factores; b) La numeración de los reactivos corresponde a la lista final.

**Tabla 3. Confiabilidad y varianza promedio extraída del C-BASU (AFC)**

Factor	$\Omega$	$\alpha$	VPE	VPE-R
Influencia social	0.860	0.873	0.410	0.286
Desconocimiento	0.758	0.759	0.348	0.280
Desorganización	0.861	0.870	0.531	0.280
Comodidad	0.899	0.899	0.602	0.280
Estados emocionales	0.908	0.905	0.711	0.368
Baja oferta	0.748	0.770	0.426	0.318
Indiferencia	0.730	0.706	0.377	0.318
Alto Costo	0.709	0.711	0.426	0.438

$\omega$ : coeficiente de confiabilidad Omega de McDonald;  $\alpha$ : coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach. VPE: varianza promedio extraída; VPE-R: varianza promedio extraída, punto de corte propuesto por Moral de la Rubia (2019)<sup>25</sup>

Con respecto a la invarianza del cuestionario, se han reportado diferencias por sexo en las barreras para alimentarse saludablemente<sup>14</sup>. Al respecto, en la [Tabla 4](#) se observa que el cambio de los índices de ajuste ( $\Delta CFI$ ,  $\Delta RMSEA$  y  $\Delta SRMR$ ) no superó, en ningún caso, el valor crítico aceptado de .01 en ninguno de los pasos<sup>26</sup>: la restricción sucesiva de las cargas factoriales (invarianza métrica), la igualdad de los interceptos (invarianza escalar) y la igualdad de los residuales (invarianza estricta) proporcionan indicios sólidos respecto a la invarianza de las medidas que se obtienen con el cuestionario.

## DISCUSIÓN

El estudio permitió obtener una herramienta original con características psicométricas adecuadas (C-BASU), que permite identificar las barreras para alimentarse saludablemente en estudiantes universitarios mexicanos.

Se da certeza de que las propiedades estructurales del cuestionario se mantienen para hombres y mujeres. Diferencias que fueron resaltadas

**Tabla 4.** Análisis de invarianza del C-BASU con respecto al sexo de los participantes

	CFI	RMSEA (CI 90%)	SRMR	$\Delta$ CFI	$\Delta$ RMSEA (CI 90%)	$\Delta$ SRMR
Configural	.971	.050 (.049-.051)	.060			
Métrica	.969	.051 (.050-.052)	.061	-.002	.001	.001
Escalar	.968	.051 (.049-.052)	.060	-.001	.000	-.001
Estricta	.968	.050 (.049-.052)	.061	.000	-.001	.001

CFI: Índice de bondad de ajuste; RMSEA: Error cuadrático medio de aproximación; SRMR: Residual cuadrático medio estandarizado;  $\Delta$ CFI: Variaciones del Índice de bondad de ajuste;  $\Delta$ RMSEA: Variaciones del error cuadrático medio de aproximación;  $\Delta$ SRMR: Variaciones del residual cuadrático medio estandarizado

inicialmente<sup>14</sup> y posteriormente se han resaltado las diferencias en el peso y grasa corporal ganados mientras se cursa la universidad<sup>6</sup>. Se considera que el C-BASU es válido para otras poblaciones mexicanas, dadas las distintas características socio-demográficas de la muestra: seis de cada 10 fueron mujeres, cuatro de cada 10 trabajaban y cinco de cada 10 reportaron un ingreso familiar por debajo del promedio estatal.

La validez convergente del cuestionario es apropiada, considerando la VPE. De acuerdo con los criterios tradicionales<sup>27</sup>, los valores de los factores Influencia Social, Desconocimiento, Baja Oferta, Indiferencia y Alto Costo no son aceptables (<0.5). Sin embargo, Moral de la Rubia<sup>25</sup> ha demostrado que incluso con índices de confiabilidad aceptables ( $\omega > .70$ ) y cargas factoriales altas ( $\lambda > .50$ ), los valores de VPE pueden ser muy inferiores al criterio tradicional. Todos los factores se encuentran por encima de estos indicadores; excepto Alto Costo, cuyo valor fue marginalmente inferior a lo esperado (.426 vs .438). Esto sugiere la necesidad de aumentar el número de reactivos de este factor.

Algunos de los factores del C-BASU coinciden con las barreras que han sido reportadas en las investigaciones de corte cualitativo y otros, son novedosos. A nivel *intrapersonal-individual*, el cuestionario incluye tres factores: desconocimiento, desorganización y comodidad.

El factor Desconocimiento agrupa reactivos relacionados con el conocimiento limitado sobre alimentos saludables<sup>12</sup> y cómo cocinarlos<sup>9,12</sup>, reportados por estudiantes estadounidenses y hawaianos. El desinterés por llevar una alimentación saludable, es una barrera que ha sido clasificada de tipo motivacional y fue reportada por estudiantes belgas y saudíes<sup>11,13</sup>. Incluye otras barreras como el desconocimiento sobre los alimentos que pueden afectar la salud y sobre la cantidad que debe consumirse de cada tipo de alimento, y las limitaciones para calentar los alimentos que se preparan en casa.

El factor Desorganización agrupa reactivos relacionados con la dificultad de autogestionar el tiempo y la falta de tiempo entre clases, que han sido constantemente reportadas<sup>1,10,11,13,16</sup>. Otra barrera es combinar los estudios universitarios con horarios

laborales, que fue reportada en un estudio con edades de 25 a 30 años<sup>28</sup>, lo que puede explicar que los estudiantes identificaran una barrera relacionada con la condición laboral, pero no fue una situación referida en estudios más recientes y con grupos de edad de 18 a 29 años. En México, debido a las condiciones económicas, es frecuente trabajar y estudiar al mismo tiempo.

El factor Comodidad agrupa reactivos que coinciden con lo reportado como barreras de tipo motivacional<sup>11,13</sup>, que hacen referencia a la "flojera o pereza" para preparar alimentos saludables. Además, agrega una barrera sobre optar por la comida chatarra para no invertir tiempo en preparar, conseguir o llevar refrigerios saludables en recipientes desde casa.

Los factores Estados emocionales e Indiferencia, pueden ser considerados dentro de esta categoría *intrapersonal-individual*. El factor Estados emocionales agrupa reactivos relacionados con el consumo de alimentos chatarra bajo estrés, depresión y ansiedad. Son pocos los estudios que han reportado esta barrera<sup>9,15</sup>, pero se sabe que existe una relación entre una dieta no saludable y condiciones de estrés, depresión y ansiedad<sup>2</sup>. El factor Indiferencia agrupa reactivos que denotan una actitud pasiva ante el entorno, las condiciones están dadas y no existe voluntad en el individuo para hacer algo al respecto. Este factor no se ha reportado previamente, siendo así un elemento novedoso a ser explorado en otras poblaciones. A nivel *interpersonal-ambiental social* se ubica el factor Influencia social, que agrupa el mayor número de reactivos y se refieren a la influencia de compañeros y amigos sobre qué y cuánto comer; la influencia de los amigos a través de redes sociales y la influencia de la dieta familiar. Las barreras más reportadas en la literatura son la influencia de los amigos<sup>9,12</sup> y de los familiares<sup>12</sup>; así como la presión social<sup>9,12,14</sup>. Esta última barrera no se explicita en alguno de los reactivos de este factor; sin embargo, algunos podrían tener una connotación similar. Por ejemplo, el reactivo 5 "Cuando mis compañeros comen de más, yo también lo hago aunque no tenga apetito" y el 18 "El que mis amigos elijan comida rápida influye para que continúe mi consumo de alimentos poco saludables". En México, comer con otros es una manera de convivir y de compar-

tir costumbres alimentarias, lo que puede encubrir las situaciones consideradas como presión social por otras culturas.

Por último, a nivel *contexto-ambiental físico* se ubican los factores Alto costo y Baja oferta. El primero, agrupa reactivos relacionados con la dificultad para acceder a los alimentos saludables y el segundo, con la disponibilidad limitada de alimentos saludables. Tanto el acceso como la disponibilidad de alimentos saludables, son considerados pilares de la seguridad alimentaria nutricional de los países<sup>29</sup>. En México, la inseguridad alimentaria persiste como un problema de salud pública<sup>30</sup>. Las barreras relacionadas con el alto costo<sup>10,11,13,14,16</sup> y disponibilidad<sup>10,14</sup> de los alimentos saludables en los campus universitarios, ha sido identificada en poblaciones de distintos países, resaltando su intervención directa en las elecciones alimentarias de los estudiantes<sup>18</sup>. Esta situación señala la importancia de crear políticas de salud pública que promuevan una dieta saludable y sostenible en los universitarios, y así frenar la participación de los entornos alimentarios universitarios en la creación de generaciones obesogénicas<sup>8</sup>.

Es importante señalar que en algunas universidades contaban con comedores en los que se ofertaban alimentos saludables, pero los estudiantes los consideraban como poco variados, sin sabor y de alto costo<sup>10,11,13</sup> y no los elegían, aunque estuviesen disponibles. En México, también existen universidades con comedores que ofertan comida saludable a mejor costo, por lo que sería importante valorar qué tan disponibles se encuentran y si los estudiantes los eligen.

Una limitación del C-BASU es que no contempla las barreras reportadas sobre la apariencia y propiedades organolépticas de los alimentos<sup>14</sup>, y aspectos propios del entorno alimentario (anuncios o publicidad, y características de los sitios de consumo de alimentos)<sup>3</sup>. Ello a razón de que no fueron identificados en los grupos focales, pero es probable que en otras poblaciones sí sea importante considerarlos. A pesar de ello, los mismos grupos focales resultaron ser una fortaleza del estudio, ya que a través de ellos se identificaron nuevas barreras a las reportadas hasta ahora, y fueron consideradas para la elaboración de los reactivos.

## CONCLUSIONES

El C-BASU es una herramienta válida y confiable para identificar las barreras que los estudiantes universitarios perciben en su entorno alimentario. Puede ser un recurso útil para una exploración inicial, para guiar el diseño de programas que impacten en las decisiones alimentarias de los estudiantes en su entorno alimentario, o bien, para orientar sobre iniciativas de política pública que procuren una alimentación saludable dentro de las universidades.

Es importante continuar con investigaciones sobre iniciativas específicas para población universitaria, pues la evidencia implica cada vez más al entorno alimentario universitario como determinante en la creación de una generación obesogénica<sup>8</sup>.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

MAVM y MLSG contribuyeron a la creación y diseño del estudio. MAVM, RLC Y MLM diseñaron el plan estadístico e interpretaron los datos. MAVM Y MLSG realizaron la búsqueda de literatura y analizaron la información. MAVM escribió el primer borrador con la ayuda de RLC, MLM y MLSG. Todos los autores revisaron críticamente las versiones del documento.

## FINANCIACIÓN

El presente estudio se realizó con la financiación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

## DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos se encuentran disponibles bajo petición a la autora de correspondencia.

## REFERENCIAS

- (1) Leinberger-Jabari A, Al-Ajlouni Y, Ieriti M, Cannie S, Mladenovic M, Ali R. Assessing motivators and barriers to active healthy living among a multicultural college student body: A qualitative inquiry. *J Am Coll Health*. 2023;71(2):338-42. <https://doi.org/10.1080/07448481.2021.1898403>
- (2) Ramón-Arhués E, Martínez Abadía B, Granada López JM, Echániz Serrano E, Pellicer García B, Juárez Vela R, et al. Eating behavior and relationships with stress, anxiety, depression and insomnia in university students. *Nutr Hosp*. 2019. <https://doi.org/10.20960/nh.02641>
- (3) Muñoz-Galeano ME, López-Restrepo S. Caracterización del entorno alimentario de una universidad en Medellín, Colombia: retos para la promoción de una alimentación saludable. *Rev Chil Nutr*. 2024;51(1):76-85. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182024000100076>
- (4) Arrazat L, Nicklaus S, De Lauzon-Guillain B, Marty L. Identification of three dietary groups in French university students and their associations with nutritional quality and environmental impact. *Front Nutr*. 2023;10:1323648. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1323648>
- (5) Bernardo GL, Jomori MM, Fernandes AC, Proença RPDC. Food intake of university students. *Rev Nutr*. 2017;30(6):847-65. <https://doi.org/10.1590/1678-98652017000600016>
- (6) Deliens T, Deforche B, Chapelle L, Clarys P. Changes in weight and body composition across five years at university: A prospective observational study. *PLOS ONE*. 2019;14(11):e0225187. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225187>

- (7) Vadeboncoeur C, Townsend N, Foster C. A meta-analysis of weight gain in first year university students: is freshman 15 a myth? *BMC Obes.* 2015;2(1):22. <https://doi.org/10.1186/s40608-015-0051-7>
- (8) Li X, Braakhuis A, Li Z, Roy R. How Does the University Food Environment Impact Student Dietary Behaviors? A Systematic Review. *Front Nutr.* 2022;9:840818. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.840818>
- (9) Greaney ML, Less FD, White AA, Dayton SF, Riebe D, Blissmer B, et al. College Students' Barriers and Enablers for Healthful Weight Management: A Qualitative Study. *J Nutr Educ Behav.* 2009;41(4):281-6. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2008.04.354>
- (10) Hilger J, Loerbroks A, Diehl K. Eating behaviour of university students in Germany: Dietary intake, barriers to healthy eating and changes in eating behaviour since the time of matriculation. *Appetite.* 2017;109:100-7. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.11.01>
- (11) Hilger-Kolb J, Diehl K. 'Oh God, I Have to Eat Something, But Where Can I Get Something Quickly?'—A Qualitative Interview Study on Barriers to Healthy Eating among University Students in Germany. *Nutrients.* 2019;11(10):2440. <https://doi.org/10.3390/nu11102440>
- (12) Amore L, Buchthal OV, Banna JC. Identifying perceived barriers and enablers of healthy eating in college students in Hawai'i: a qualitative study using focus groups. *BMC Nutr.* 2019;5(1):16. <https://doi.org/10.1186/s40795-019-0280-0>
- (13) Abdelhafez Al, Akhter F, Alsultan AA, Jalal SM, Ali A. Dietary Practices and Barriers to Adherence to Healthy Eating among King Faisal University Students. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(23):8945. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238945>
- (14) Duarte Cuervo CY, Ramos Caballero DM, Latorre Guapo AC, González Robayo PN. Factores relacionados con las prácticas alimentarias de estudiantes de tres universidades de Bogotá. *Rev Salud Pública.* 2016;17(6):925-37. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n6.38368>
- (15) Sogari G, Velez-Argumedo C, Gómez M, Mora C. College Students and Eating Habits: A Study Using An Ecological Model for Healthy Behavior. *Nutrients.* 2018;10(12):1823. <https://doi.org/10.3390/nu10121823>
- (16) Vélez-Toral M, Rodríguez-Reinado C, Ramallo-Espinosa A, Andrés-Villas M. "It's Important but, on What Level?": Healthy Cooking Meanings and Barriers to Healthy Eating among University Students. *Nutrients.* 2020;12(8):2309. <https://doi.org/10.3390/nu12082309>
- (17) Lima JPM, Costa SA, Brandão TRS, Rocha A. Food Consumption Determinants and Barriers for Healthy Eating at the Workplace—A University Setting. *Foods.* 2021;10(4):695. <https://doi.org/10.3390/foods10040695>
- (18) Barbosa R, Henriques P, Guerra H, Emerentino J, Soares D, Dias P, et al. Food environment of a Brazilian public university: challenges to promote healthy eating. *Rev Chil Nutr.* 2020;47(3):443-8. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000300443>
- (19) Hernández-Nieto R. Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas. 1a ed. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes; 2011.
- (20) American Educational Research Association, American Psychological Association, National Council on Measurement in Education Estándares para Pruebas Educativas y Psicológicas. American Educational Research Association; 2018.
- (21) Aiken LR, Groth-Marnat G. Psychological testing and assessment. 12th ed. Boston: Allyn and Bacon; 2006.
- (22) Watkins MW. A step-by-step guide to exploratory factor analysis with R and Rstudio. New York, NY London: Routledge; 2021.
- (23) Tabachnick BG, Fidell LS. Using multivariate statistics. 3rd ed. New York, NY: HarperCollins College Publishers; 1996.
- (24) Kline RB. Principles and practice of structural equation modeling. Fourth edition. New York: The Guilford Press; 2016.
- (25) Moral De La Rubia J. Revisión de los criterios para validez convergente estimada a través de la Varianza Media Extraída. *Psychologia.* 2019;13(2):25-41. <https://doi.org/10.21500/19002386.4119>
- (26) Svetina D, Rutkowski L, Rutkowski D. Multiple-Group Invariance with Categorical Outcomes Using Updated Guidelines: An Illustration Using M plus and the lavaan/semTools Packages. *Struct Equ Model Multidiscip J.* 2020;27(1):111-30. <https://doi.org/10.1080/10705511.2019.1602776>
- (27) Fornell C, Larcker DF. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *J Mark Res.* 1981;18(1):39. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- (28) Escoto KH, Laska MN, Larson N, Neumark-Sztainer D, Hannan PJ. Work Hours and Perceived Time Barriers to Healthful Eating Among Young Adults. *Am J Health Behav.* 2012;36(6):786-96. <https://doi.org/10.5993/AJHB.36.6.6>
- (29) Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El desafío de la nutrición: soluciones desde los sistemas alimentarios. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2018. <https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-NMH-NHD-18-10>
- (30) Shamah-Levy T, Méndez-Gómez Humarán I, Mundo-Rosas V, Rodríguez-Ramírez S, Gaona-Pineda EB. Factores asociados con el cambio en la inseguridad alimentaria en México: Ensanut 2012 y 2018-19. *Salud Pública México.* 2021;63(3 May-Jun):350-8. <https://doi.org/10.21149/12145>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### RESEARCH ARTICLE

## Influence of COVID-19 confinement on physical activity habits, snacking and alcohol consumption in Spanish population

➤ **Influencia del confinamiento por COVID-19 en los hábitos de actividad física, consumo de snacks y alcohol en población española**

**Ana Maestre<sup>a</sup>, Ana Norte Navarro<sup>a,b,\*</sup>, José Miguel Martínez Sanz<sup>a, b</sup>, José Fernández Sáez<sup>c, d, e</sup>, Ana Gutiérrez Hervas<sup>a</sup> & Isabel Sospedra López<sup>a, b</sup>**

**a** Nursing Department, Faculty of Health Sciences, University of Alicante, 03690 Alicante, Spain

**b** Research Group on Food and Nutrition (ALINUT), Nursing Department, Faculty of Health Sciences, University of Alicante, 03690 Alicante, Spain

**c** Unitat de Suport a la Recerca Terres de l'Ebre, Fundació Institut Universitari per a la Recerca a l'Atenció Primària de Salut Jordi Gol i Gurina (IDIAPJGol), 43500 Tortosa, Spain

**d** Unitat de Recerca. Gerència Territorial Terres de l'Ebre, Institut Català de la Salut, 43500 Tortosa, Spain.

**e** Facultat de Enfermeria, Campus Terres de l'Ebre, Universitat Rovira i Virgili, 43003 Tortosa, Spain.

\*[aurora.norte@ua.es](mailto:aurora.norte@ua.es)

Assigned Editor: *Rafael Almendra-Pegueros, Institut de Recerca Sant Pau (IR SANT PAU), Barcelona, España.*

Received: 14/10/2024; Accepted: 11/03/2025; Published: 18/05/2025.

#### KEYWORDS

Physical activity  
Snack consumption  
Alcohol consumption  
COVID-19  
Home confinement

#### ➤ ABSTRACT

**Introduction:** Household confinement imposed globally as a consequence of COVID-19 may influence and lead to complications in the health of the population. Changes in physical activity, sedentary lifestyles and eating habits can occur. Poor dietary and mobility habits can worsen people's health status. The aim of this study was to analyse changes in the frequency of physical activity during confinement and its relationship or not with the consumption of alcohol and snacks.

**Methods:** The methodology used was to send an online questionnaire to the Spanish population with questions related to life-style, eating habits and physical activity. A sample of 1640 people was obtained.

**Results:** The results show that the frequency of physical activity decreased in general during confinement in the population studied. On the other hand, there was no relationship between the practice of physical activity and the consumption of alcoholic beverages, but it could be related to the consumption of snacks.

**Conclusions:** The Spanish adult population decreased daily physical activity overall, and snack consumption increased during the COVID-19 confinement period.

**Funding:** Chair of Health, Education and Quality of Life of the ASISA-UdL Foundation.



## RESUMEN

### PALABRAS CLAVE

Actividad física  
Consumo de snacks  
Consumo de alcohol  
COVID-19  
Confinamiento domiciliario

**Introducción:** El confinamiento domiciliario impuesto globalmente como consecuencia de la COVID-19 puede influir y provocar complicaciones en la salud de la población. Pueden producirse cambios en la actividad física, el sedentarismo y los hábitos alimentarios. Los malos hábitos alimentarios y de movilidad pueden empeorar el estado de salud de las personas. El objetivo de este estudio es analizar los cambios en la frecuencia de actividad física durante el internamiento y su relación o no con el consumo de alcohol y aperitivos.

**Metodología:** La metodología utilizada fue el envío de un cuestionario online a la población española con preguntas relacionadas con el estilo de vida, los hábitos alimentarios y la actividad física. Se obtuvo una muestra de 1640 personas.

**Resultados:** Los resultados muestran que la frecuencia de actividad física disminuyó en general durante el encierro en la población estudiada. Por otro lado, no se encontró relación entre la práctica de actividad física y el consumo de bebidas alcohólicas, pero podría estar relacionado con el consumo de snacks.

**Conclusiones:** La población adulta española disminuyó globalmente la actividad física diaria y aumentó el consumo de snacks durante el periodo de confinamiento COVID-19.

**Financiación:** Cátedra de Salud, Educación y Calidad de Vida de la Fundación ASISA-UdL.

## KEY MESSAGES

1. The main finding was that the Spanish population engaged in lower levels of physical activity during the lockdown and increased their consumption of snacks; however, no changes were observed in alcohol consumption.
2. In addition to physical activity, a balanced diet is essential for maintaining optimal health, as well as supporting psychological well-being and proper immune system function, thereby helping to prevent chronic non-communicable diseases.
3. Individuals who were more physically active consumed fewer snacks. In contrast, those who were less physically active and who were overweight or obese showed a greater tendency toward snack consumption, particularly among women.
4. No significant changes were observed in alcohol consumption, unlike in countries such as England and Australia, where alcohol intake increased during this period, especially among women.

## CITATION

Maestre A, Norte Navarro A, Martínez Sanz JM, Fernández Sáez J, Gutiérrez Hervás A, Sospedra López I. Influence of covid-19 confinement on physical activity habits, snacking and alcohol consumption in Spanish population. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2025; 29(2): e2331.

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2331>

## INTRODUCTION

In light of the COVID-19 pandemic, public health recommendations and government measures imposed house confinement with mobility restrictions for the entire Spanish population<sup>1</sup>. On account of these limitations, changes occurred in daily life activities as well as indoor and outdoor leisure activities<sup>2</sup>. Such restrictions limit the mobility of the population, making them more sedentary, which, together with changes in eating habits due to confinement, have repercussions on lifestyle changes and influence consumption habits in general<sup>3</sup>.

Populations with healthy and more active lifestyles have better health, as these lifestyles help reduce the risk of chronic non-communicable diseases (NCDs) and reduce the risk of COVID-19 infection as well. On the other hand, populations with more sedentary lifestyles have a higher risk of NCDs such as cardiovascular and metabolic diseases<sup>4</sup>.

Since the beginning of the COVID-19 pandemic, there has been a lot of research published that shows that staying longer at home causes people to consume larger amounts of food in general. This increased intake is mainly caused by the anxiety and stress generated by confinement<sup>5,6</sup>. The most frequently consumed foods in the period of confinement by the Spanish population were snacks and sweets, being foods with a high caloric value<sup>5</sup>. The consumption of high-calorie foods combined with a more sedentary lifestyle can lead to an increased risk of overweight and obesity<sup>7</sup>. In addition, in times of anxiety, stress and crisis, there is a greater tendency to consume more alcohol, alcohol consumption being a risk factor for cardiovascular disease<sup>8</sup>.

In general, people who are more physically active feel more satisfied and happier in their lives. This same result was seen during confinement, when people who were active were able to improve their physical and mental health<sup>9</sup>. Therefore, the decrease in physical activity during confinement may have negatively impacted not only physical health but also psychological well-being, as physical activity has been shown to reduce stress and anxiety in the population<sup>10</sup>. Consequently, alcohol consumption increased during this period, as many individuals experiencing stress and anxiety used alcohol as a means of alleviating psychological symptoms by stimulating serotonin production<sup>11</sup>. This led to the emergence of different initiatives during the confinement, promoting physical activity in Spanish households in order to prevent NCDs such as obesity and to obtain greater psychological satisfaction by the population in confinement<sup>12</sup>.

In view of the above and given the importance of physical activity for both physical and mental health, the aim of this study is to analyse physical activity habits and their relationship with the consumption of snacks and alcoholic beverages during COVID-19 confinement in the Spanish population.

## METHODOLOGY

The study design was descriptive, cross-sectional observational. The population participating in this study was composed of Spanish adults over 18 years of age residing in Spain during the period of home confinement resulting from COVID-19.

The required sample size is 427 people, assuming a confidence level of 95% with a precision of 5% and an expected proportion of 50%, and a loss rate of 10%. The research population was chosen by means of a non-probabilistic convenience sampling among the Spanish population. Participants were informed about the objective of the study and were sent and informed consent form together with the questionnaire to be filled in before answering the study questions. The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and it was approved by the University of Alicante Research Ethics Committee (permit nº. #UA-2021-00 02). In addition, the study design, as well as the development of the manuscript, followed the STROBE-nut statements according to Lachat et al. 2016<sup>13</sup>.

The data were collected in a questionnaire that was created through the Google Forms platform. The questionnaire was distributed online by email and via the WhatsApp APP. It was sent randomly together with a brief description of the reason for the study and informed consent. Data were collected from 1 April to 4 May 2020, with a total of 1640 participants. After two weeks, a reminder was sent through the same platform through the questionnaire the University of Alicante's social media communication channels, so that it could reach as many of the university community as possible, as well as family and friends, and all those to whom the questionnaire was sent. The questionnaire used was composed of 37 variables, divided into three blocks. The first block refers to socio-demographic variables such as age, sex, employment status and province of residence. The second block contains the variables necessary to analyse the frequency of food and drink consumption. And in the third block, questions related to the practice of physical activity are collected.

The data of food consumption was obtained using the National Health Survey (NHS) Food Frequency Questionnaire (FFQ), validated for adults.

The NHS is composed by several modules, of which the socio-economic and health determinants variables have been used for this study. The full FFQ included in the NHS collects data on 15 different food groups whose response intervals are: Once or more times a day; 4 to 6 times a week; Three times a week; Once or twice a week; Less than once a week; Never<sup>14</sup>.

The variable snacks is defined as food consumed between meals, mainly salty and usually with a high caloric content<sup>15</sup>. The question on snack consumption was used to determine the amount of snacks

consumed during confinement. Additionally, a new question was asked regarding snacks consumption: During confinement did you consume snacks as often, more often or less often than before?

An alcoholic beverage is defined as any beverage containing more than 1% ethanol by volume. Both fermented and distilled beverages are included<sup>16</sup>. For the collection of information on alcohol consumption, the questionnaire included the following question: Has your consumption of alcoholic beverages increased during this period? with a yes or no response.

Data on physical activity were collected using the validated International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) short version<sup>17</sup>. The IPAQ questionnaire was designed and validated for ages 15-69, so the participants over 69 (1.6%) were excluded from this part of the study. According to the IPAQ categories and guidelines, responses were classified into three categories: low, moderate or vigorous physical activity. For the subsequent analysis, the physical activity variable was categorised according to various criteria:

- Intense physical activity is considered if at least three days of intense physical activity of more than 20 minutes per day are performed or if the sum of the days on which moderate and intense physical activity performed is seven days or more.
- Moderate physical activity is defined as three or more days of vigorous physical activity of less than 20 minutes per day. It is also classified as moderate when five or more days of moderate physical activity are performed or if the sum of moderate and vigorous physical activity days is greater than 5 days.
- Low physical activity is defined for people who did not do enough physical activity for another higher category or did not do any activity at all.

In addition, questions were added about each respondent's personal perception of how physically active they were and whether they did more or less physical activity than before confinement.

A descriptive analysis was performed using frequency and percentage for the total and by sex for all variables. In order to determine whether there were statistically significant differences between physical activity and previous to confinement, a contrast of differences of proportions was performed. In the analysis of physical activity according to the IPAQ questionnaire, those who did not answer the time of physical activity were excluded. The analysis was done according to sex by means of a difference of proportions test to explore the relationships between physical activity, snacks and alcohol consumption. To observe alcohol consumption during confinement according to whether or not physical activity was undertaken, as well as the frequency of snack consumption and its association with physical activity, the Chi-square test was used. Finally, logistic regression was performed to study the association between snack consumption and age-adjusted increase or decrease in physical activity. Data were analysed in SPSS 20.0 statistical software.

## RESULTS

A total of 1640 people (1142 women and 498 men) answers to the questionnaire were obtained. The average age of the sample was 37.7, with a minimum age of 18 and a maximum of 81, almost 70% were women. Most of the participants, more than 60%, lived in the Valencian Community.

In relation to the frequency of physical activity during confinement, more than 75% of the population reported doing less physical exercise than before the pandemic, with no significant differences by sex in the different categories (see [table 1](#)).

In relation to physical activity habits according to the IPAQ questionnaire, the frequency of physical activity is classified as low, moderate and vigorous. As shown in [Table 2](#), most of the population is in the low and intense categories. No significant differences were found by sex according to category. However, in the category of intense physical activity, it is the men in relation to the women who performed a higher intensity activity. In the low intensity category there is a higher percentage of women than men.

[Table 3](#) shows the frequency of snack consumption and its association with physical activity during home confinement. It should be noted that there are significant differences in the frequency of snack consumption according to whether or not physical activity is undertaken in the total sample and in women. A more in-depth analysis of snack consumption in the less active population reveals that the increase was primarily observed in women, with 37% reporting a higher intake of snacks during confinement. Conversely, men who were more physically active predominantly reduced their snack consumption. Nevertheless, it appears that individuals who did not engage in physical activity reported consuming more snacks during confinement compared to those who were more active.

Analysis of the association between snack consumption and physical exercise during age-adjusted house confinement shows that the population that increased snack consumption during this period was 36% less likely to exercise than those who consumed snacks less frequently, reaching 40% in the case of women (see [table 4](#)).

The results obtained by observing the relationship between physical activity habits and the consumption of alcoholic beverages show in [Table 5](#) that, regardless of the practice of physical activity, around 80% of the sample did not increase alcohol consumption during confinement, with no significant differences found when analysed by sex. Although the results do not show statistical significance a trend can be observed in which the least active men exhibited the highest increase in alcohol consumption during confinement. In contrast, physically active women reported the lowest alcohol consumption.

**Table 1.** Frequency of physical activity performed during home confinement compared to before confinement.

Frequency of physical activity compared to before confinement	Total n (%)	Men n (%)	Women n (%)	P-value*
The same frequency	183 (11.2)	55 (11.0)	128 (11.2)	0.913
Less frequent	1255 (76.6)	392 (78.7)	863 (75.7)	0.185
More frequent	200 (12.2)	51 (10.2)	149 (13.1)	0.108

\*p &lt; 0.05

**Table 2.** Classification of physical activity according to intensity as defined by the criteria set out in the IPAQ.

Category of physical activity (IPAQ)	Total n (%)	Men n (%)	Women n (%)	P-value*
Low PA	734 (47.2)	206 (43.6)	528 (48.8)	0.064
Moderate PA	91 (5.9)	33 (7)	58 (5.4)	0.206
Intense PA	730 (46.9)	233 (49.4)	497 (45.8)	0.207
Total n (%)	1555 (100)	472 (100)	1083 (100)	

PA: physical activity \*p &lt; 0.05

**Table 3.** Frequency of snack consumption and its association with physical activity during home confinement.

		Being physically active Total n (%)		Being physically active Men n (%)		Being physically active Women n (%)	
		Yes	No	Yes	No	Yes	No
Frequency of snack consumption	Less frequent than before confinement	221 (18.0)	69 (16.8)	74 (20.3)	23 (17.2)	147 (17.0)	46 (16.6)
	Same as before confinement	676 (55.0)	202 (49.1)	204 (56.0)	74 (55.2)	472 (54.6)	128 (46.2)
	More frequent than before confinement	332 (27.0)	140 (34.1)	86 (23.6)	37 (27.6)	246 (28.4)	203 (37.2)
	Total	1229 (100)	411 (100)	364 (100)	134 (100)	865 (100)	277 (100)
P-value*		0.023		0.564		0.018	

\*p &lt; 0.05

**Table 4.** Association between snack consumption and physical activity during age-adjusted home confinement.

Frequency of snack consumption	Total			Men			Women		
	OR	IC95%	p	OR	IC95%	P	OR	IC95%	P
Same as before	1			1			1		
Less frequently	0.97	(0.67-1.26)	0.591	1.14	(0.66-1.98)	0.640	0.83	(0.56-1.22)	0.342
More frequently	0.64	(0.49-0.83)	<b>0.001</b>	0.71	(0.44-1.16)	0.714	0.60	(0.44-0.82)	<b>0.001</b>

\*p &lt; 0.05

**Table 5.** Variation in the consumption of alcoholic beverages and its relationship to physical activity during confinement.

		Being physically active		Being physically active		Being physically active	
		Total n (%)		Men n (%)		Women n (%)	
		Yes	No	Yes	No	Yes	No
<b>Alcohol consumption increases</b>	Yes	230 (18.7)	86 (20.9)	76 (20.9)	29 (21.6)	154 (17.8)	57 (20.6)
	No	999 (81.3)	325 (79.1)	288 (79.1)	105 (78.4)	711 (82.2)	220 (79.4)
	Total	1029 (100)	411 (100)	364 (100)	134 (100)	865 (100)	277 (100)
	OR (IC95%)	0.87 (0.69-1.15)		0.955 (0.59-1.55)		0.836 (0.59-1.17)	
	P-value*	0.325		0.853		0.300	

\*p &lt; 0.05

## DISCUSSION

The main result of this study was that the Spanish population did less physical activity during confinement and consumed more snacks, and no changes were found in the consumption of alcohol. It should be noted that although the distribution of the sample is not homogeneous and therefore this could limit the generalisation to the whole of Spain, the results of this study are in coincidence with similar studies carried out in several European countries and throughout the world<sup>18-20</sup>; in which an increase in the consumption of alcohol and snacks was observed. In this way, it can be intuited that the results obtained in our study affect the whole Spanish population in the same way.

The most up-to-date healthy eating guidelines recommend that the consumption of these foods should be moderate or occasional as they have detrimental effects on health<sup>21</sup>. There are different studies concerning how certain crises have influenced populations throughout history<sup>22</sup>, as was the case with the crisis caused by the COVID-19 pandemic. This has resulted in lifestyle changes in the population, including changes in dietary habits and physical activity. Despite the fact that most of the population claims to maintain an active lifestyle, evidence has shown that during confinement the population tends to lead sedentary lifestyles<sup>3</sup>.

The limitations of mobility and social distancing increase the risk of suffering from psychological illnesses such as stress, depression and anxiety, which leads to a change in the habits of the population and makes them more inactive during this period<sup>2</sup>. The results of the present study show that almost 80% of the sample performed less physical activity during confinement. However, a study conducted in a university population obtained the opposite result, concluding that students increased their physical activity during confinement<sup>23</sup>. This result could be due to the fact that this population group spent more time sitting down because of the hours spent studying and online classes. This led to an increase in motivation to engage in more physical activity. It should be noted that women were less motivated than men. Although the results were contrary to those obtained in the present study, in both studies it is the women who are less frequently physically active.

As the study by Kilpatrick et al. shows, motivation for physical activity is different in men and women. Men are more motivated by internal drives of satisfaction, enjoyment and challenge; and women by external and aesthetic motives such as wanting to control their body weight and improving their physical appearance, which is evidence of the bias that still exists between the sexes.

When analysing physical activity according to the degree of intensity, the results observed in this study were that the male group performs physical activity with higher intensity. The scientific literature has shown that men are more likely to be obsessed with sport and fitness<sup>24</sup>. Although exercise addiction varies according to the type of sport, as it is more likely to develop this type of disorder in team sports and as the level of professionalism of the sport increases. In addition, addiction to physical activity can trigger eating disorders and loss of control leading to serious health consequences for the population<sup>25</sup>.

A study reviewing several international guidelines recommends at least 2.5 hours of moderate and vigorous physical activity per week in order to keep people active. This frequency of activity is the minimum necessary to derive benefits from physical activity, thereby reducing the risk of NCDs<sup>26</sup>.

In addition to physical activity, a healthy and balanced diet is important for the population to maintain optimal health, as well as good mood and a well-functioning immune system to prevent NCDs. During the study period, part of the Spanish population had a greater adherence to the Mediterranean diet, and ate a healthier diet than before confinement, due to the attitude of wanting to improve their physical and mental health despite the restrictions<sup>18</sup>. This was beneficial as it led the population to consuming more fruit, vegetables and pulses. But it also had a negative side as it increased the consumption of sweets and snacks as a consequence of stress and the monotony of daily life. It is clear that the pandemic led to changes in the eating habits of the population. A study conducted in a Spanish adult population concluded that there was an increase in the total amount of food eaten and in the frequency of consumption of more palatable and ultra-processed foods such as sweets and snacks, together with a decrease in the consumption of fruit, pulses and fish<sup>5</sup>. This translates into an increase in daily calorie intake, which together with the decrease in

calorie expenditure caused by the decrease in physical activity, leads to an increase in the risk of becoming overweight or obese. It is also important to note that people with obesity have a worse prognosis for overcoming COVID-19 disease<sup>27</sup>. These changes in the eating styles of the population occurred due to the psychological state, as suffering from stress or anxiety leads to an increase in the consumption of more palatable and less healthy foods<sup>28</sup>. When analysing the relationship between physical activity and snack consumption during the period of confinement, the results of this study are similar to those of other studies<sup>29</sup>. More physically active people consumed fewer snacks but the population that is less physically active and overweight or obese had a higher tendency to snack consumption, and this was more relevant in the female group. This association may be due to physical activity, as people who are more physically active tend to suffer less from stress and anxiety disorders<sup>10</sup>, which are key factors driving the consumption of palatable foods such as snacks<sup>30</sup>. Thus, the results of the present study are consistent with the scientific evidence, since the people who increased their consumption of snacks during the confinement period<sup>31</sup> a time characterized by heightened stress and anxiety—were predominantly individuals who did not engage in daily physical activity<sup>32</sup>.

Changes in alcohol consumption were observed. Although in general most of the population did not increase their consumption of alcoholic beverages during confinement, when analysed by sex it was found that men did increase their alcohol consumption during this period. However, a study of the Australian population found that during the pandemic, the Australian population did increase their drinking overall, regardless of gender<sup>19</sup>, women were more likely than men to report greater anxiety, stress or depression; and therefore had higher alcohol consumption in this population.

When examining the relationship between physical activity and alcohol consumption, no significant differences were found. In general, individuals who engage in higher levels of physical activity tend to do so to maintain fitness and overall health, which often leads to a reduction in snack consumption as part of a healthier diet. However, in Spain, alcohol consumption is not always perceived as an unhealthy habit, which may explain the lack of association between physical activity and alcohol intake. Previous studies<sup>33</sup> suggest that, for example, in Spain, wine has traditionally been considered part of the diet and culture due to Mediterranean dietary customs, with some even attributing health benefits to its moderate consumption.

It has been shown<sup>34</sup> that alcohol consumption varies across cultures and historical periods. In Spain, alcohol consumption is closely linked to social factors and is perceived as an acceptable social behaviour<sup>35</sup>. Another possible explanation for the lack of association with physical activity is that, during confinement, alcohol consumption may have served as a coping mechanism to manage the crisis<sup>36</sup>.

In a study carried out in England during confinement<sup>20</sup>, similar results were also found. Their main conclusion was that increased consumption of alcoholic beverages during the isolation period

leads to an increased risk of mental disorders and other addictions to alcohol or substances such as cannabis which could be sustained over time in the aftermath of the pandemic<sup>20</sup>. Perhaps, one of the reasons why a change in alcohol consumption may not have been observed in our study could be the predominance of female participants in the sample. According to a previous research, women tend to consume less alcohol than men<sup>19</sup>. Another reason for this difference in results could be that, culturally, the Spanish population already had a higher alcohol consumption habit than in other countries<sup>37</sup>. Especially from fermented beverages: wine, beer and cider; as these beverages are included in the consumption recommendations of the Mediterranean diet<sup>37</sup>.

When we compare with other studies conducted during the COVID-19 pandemic, similar results are found. Several studies have observed changes in the frequency of physical activity<sup>38,39</sup> similar to this work. Additionally, they have noted an increase in weight due to stress during this period and changes in diet, which led to higher consumption of more caloric foods. These findings are consistent with our observations of an increase in snack consumption. However, other studies have also observed that weight gain occurred mainly in individuals over 30 years old, while those under 30 maintained regular physical activity during lockdown and therefore did not experience weight gain<sup>40,41</sup>.

For future research, it is essential to consider the numerous studies<sup>38,42,43</sup> conducted worldwide regarding the COVID-19 pandemic and its impact on health. The results of our study align with those obtained in similar studies across different countries<sup>39,41</sup> and their conclusions should be taken into account when developing new strategies for the prevention of non-communicable diseases (NCDs). Although preventive measures against COVID-19 have been relaxed in many countries, new strains of the virus appear during the respiratory virus season and the prevalence of the disease increases. In addition, it is worth mentioning the consequences of the pandemic not only at the physical level, such as post-pandemic fatigue<sup>44</sup>; but also on mental health, as the pandemic has led to an increase in anxiety and depression, as well as other eating disorders<sup>45</sup>. It would be of great interest to the scientific community to carry out a study in the population to observe whether the increase in the consumption of snacks or unhealthy foods that occurred during confinement due to the need for satisfaction or enjoyment through food has been maintained over time.

One of the main limitations of this work is the study design. The sample selection system as it was done by convenience and telematically. Although this tool does not require trained interviewers, and has a low administration cost, it collects self-reported information in a retrospective manner based on the memory of the people, which might induced some bias because the results could not be verified by any other method. However, the sample size is significant according to the statistical principles applied. Despite the limitations of the sampling method, the fact that similar results have been observed in other studies suggests that the findings of this study may be generalizable

to a wider population. One more limitation is the fact that more than 65% of the sample belonged to the Valencian Community. The consumption of some products could vary in other areas of Spain, depending on their availability and local customs. Another limitation could be an overestimation in the reporting of the frequency of physical activity performed by the participants. Similarly, the amount of snacks and alcoholic beverages consumed could not be quantified as it was a closed question. On the other hand, there is the limitation that only computer literate people can be surveyed, as the questionnaire and the informed consent form were sent electronically. Finally, a current limitation inherent to the type of study is that cross-sectional observational studies do not allow us to observe changes over time and it is difficult to establish causality between the variables studied.

## CONCLUSION

The main conclusion of this work is based on the fact that at times of social change caused by various factors there is always an impact on the lifestyles of populations. During the pandemic, the Spanish population became more sedentary and their eating habits worsened. This favours an increase in the prevalence of overweight and obesity, which indirectly causes people with COVID-19 infection to have a worse prognosis for recovery from the disease.

Therefore, it is essential to highlight the importance for the population of acquiring good eating habits and maintaining an adequate physical condition with daily physical activity in order to lead an active lifestyle, and thus prevent infections and reduce the risk of complications in the case of COVID-19.

Consequently, the findings of this study, along with those of similar research, should be considered when designing public policies, interventions, and action guidelines aimed at improving population health, particularly during periods of socioeconomic or public health crisis.

## AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Conceptualization, A.N., A.M. and I.S.; methodology, J.F.-S., J.M.M.-S., A.G.-H. and A.N.; formal analysis, J.F.-S. and A.M.; investigation, I.S., J.M.M.-S. and A.G.-H.; data curation, A.N. and A.M.; writing—original draft preparation, A.M., I.S., A.N. and A.G.-H.; writing—review and editing, A.M., and J.M.M.-S.; supervision, A.N., A.G.-H. and I.S. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge Antonio Maestre Orgilés for his reviews of the English grammar and style of the current report.

## FUNDING

Cátedra de Salud, Educación y Calidad de Vida de la Fundación ASISA-UdL

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

## AVAILABILITY OF DATA

Data available on request to the author of the correspondence.

## REFERENCES

- (1) Velavan TP, Meyer CG. The COVID-19 epidemic. *Trop Med Int Heal*. 2020;25(3):278-80. <https://doi.org/10.1111/tmi.13383>
- (2) Ammar A, Brach M, Trabelsi K, Chtourou H, Boukhris O, Masmoudi L, et al. Effects of COVID-19 Home Confinement on Eating Behaviour and Physical Activity: Results of the ECLB-COVID19 International Online Survey. *Nutrients*. 2020;12(6). <https://doi.org/10.3390/nu12061583>
- (3) Dubey S, Biswas P, Ghosh R, Chatterjee S, Dubey MJ, Chatterjee S, et al. Psychosocial impact of COVID-19. *Diabetes Metab Syndr*. 2020;14(5):779-88. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.05.035>
- (4) Lavie CJ, Ozemek C, Carbone S, Katzmarzyk PT, Blair SN. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circ Res*. 2019;124(5):799-815. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312669>
- (5) Maestre A, Sospedra I, Martínez-Sanz JM, Gutierrez-Hervas A, Fernández-Saez J, Hurtado-Sánchez JA, et al. Assessment of Spanish Food Consumption Patterns during COVID-19 Home Confinement. *Nutrients*. 2021;13(11). <https://doi.org/10.3390/nu13114122>
- (6) López-Moreno M, López MTI, Miguel M, Garcés-Rimón M. Physical and Psychological Effects Related to Food Habits and Lifestyle Changes Derived from Covid-19 Home Confinement in the Spanish Population. *Nutrients*. 2020;12(11). <https://doi.org/10.3390/nu12113445>
- (7) Kriaucioniene V, Bagdonaviciene L, Rodríguez-Pérez C, Petkeviciene J. Associations between Changes in Health Behaviours and Body Weight during the COVID-19 Quarantine in Lithuania: The Lithuanian COVIDiet Study. *Nutrients*. 2020;12(10). <https://doi.org/10.3390/nu12103119>
- (8) Charlet K, Heinz A. Harm reduction—a systematic review on effects of alcohol reduction on physical and mental symptoms. *Addict Biol*. 2017;22(5):1119-59. <https://doi.org/10.1111/adb.12414>
- (9) An H-Y, Chen W, Wang C-W, Yang H-F, Huang W-T, Fan S-Y. The Relationships between Physical Activity and Life Satisfaction and Happiness among Young, Middle-Aged, and Older Adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph17134817>
- (10) Martinsen EW. Physical activity in the prevention and treatment of anxiety and depression. *Nord J Psychiatry*. 2008;62(4):25-9. <https://doi.org/10.1080/08039480802315640>

- (11) Bahi A, Dreyer J-L. Anxiety and ethanol consumption in socially defeated mice; effect of hippocampal serotonin transporter knockdown. *Behav Brain Res.* 2023;451:114508. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2023.114508>
- (12) Filgueira TO, Castoldi A, Santos LER, de Amorim GJ, de Sousa Fernandes MS, Anastácio W de L do N, et al. The Relevance of a Physical Active Lifestyle and Physical Fitness on Immune Defense: Mitigating Disease Burden, With Focus on COVID-19 Consequences. *Front Immunol.* 2021;12:587146. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.587146>
- (13) Lachat C, Hawwash D, Ocké MC, Berg C, Forsum E, Hörnell A, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology - nutritional epidemiology (STROBE-nut): An extension of the STROBE statement. *Nutr Bull.* 2016;41(3):240-51. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002036>
- (14) Ministerio de Sanidad, Instituto Nacional de Estadística, Servicios Sociales e Igualdad. Metodología de la Encuesta Nacional de Salud 2017. Encuesta Nac Salud España [Internet]. 2017;64. Available in: <https://www.ine.es/metodologia/t15/t153041917.pdf>
- (15) Hess JM, Jonnalagadda SS, Slavin JL. What Is a Snack, Why Do We Snack, and How Can We Choose Better Snacks? A Review of the Definitions of Snacking, Motivations to Snack, Contributions to Dietary Intake, and Recommendations for Improvement. *Adv Nutr.* 2016;7(3):466-75. <https://doi.org/10.3945/an.115.009571>
- (16) Ministerio de Sanidad. Alcohol y menores. El alcohol te destroza. [Internet]. España. 2007. Available in: <https://www.sanidad.gob.es/campanas/campanas07/alcoholmenores9.html>
- (17) Mantilla Toloza SC, Gómez-Conesa A. El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Rev Iberoam Fisioter Kinesol* 2007;10(1):48-52. [https://doi.org/10.1016/S1138-6045\(07\)73665-1](https://doi.org/10.1016/S1138-6045(07)73665-1)
- (18) Rodríguez-Pérez C, Molina-Montes E, Verardo V, Artacho R, García-Villanova B, Guerra-Hernández EJ, et al. Changes in Dietary Behaviours during the COVID-19 Outbreak Confinement in the Spanish COVIDiet Study. *Nutrients.* 2020;12(6). <https://doi.org/10.3390/nu12061730>
- (19) Stanton R, To QG, Khaesi S, Williams SL, Alley SJ, Thwaite TL, et al. Depression, Anxiety and Stress during COVID-19: Associations with Changes in Physical Activity, Sleep, Tobacco and Alcohol Use in Australian Adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph17114065>
- (20) Clay JM, Parker MO. Alcohol use and misuse during the COVID-19 pandemic: a potential public health crisis?. *Lancet. Public Health.* 2020 May;5(5):e259. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30088-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30088-8)
- (21) AESAN, Alfredo Martínez Hernández J, Cámara Hurtado M, María Giner Pons R, González Fandos E, López García E, et al. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) de revisión y actualización de las Recomendaciones Dietéticas para la población española. *Rev del Com científico.* 2020;32:11-58.
- (22) Norte A, Sospedra I, Ortiz-Moncada R. Influence of economic crisis on dietary quality and obesity rates. *Int J Food Sci Nutr.* 2019;70(2):232-239. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1492523>
- (23) Romero-Blanco C, Rodríguez-Almagro J, Onieva-Zafra MD, Parra-Fernández ML, Prado-Laguna MDC, Hernández-Martínez A. Physical Activity and Sedentary Lifestyle in University Students: Changes during Confinement Due to the COVID-19 Pandemic. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(18). <https://doi.org/10.3390/ijerph17186567>
- (24) Szabo A, Vega RD La, Ruiz-Barquín R, Rivera O. Exercise addiction in Spanish athletes: Investigation of the roles of gender, social context and level of involvement. *J Behav Addict.* 2013;2(4):249-52. <https://doi.org/10.1556/JBA.2.2013.4.9>
- (25) Lichtenstein MB, Melin AK, Szabo A, Holm L. The Prevalence of Exercise Addiction Symptoms in a Sample of National Level Elite Athletes. *Front Sport Act living.* 2021;3:635418. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.635418>
- (26) Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Curr Opin Cardiol.* 2017;32(5):541-56. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>
- (27) Hossain MM, Sultana A, Purohit N. Mental health outcomes of quarantine and isolation for infection prevention: a systematic umbrella review of the global evidence. *Epidemiol Health.* 2020;42:e2020038. <https://doi.org/10.4178/epih.e2020038>
- (28) Ammar A, Trabelsi K, Brach M, Chtourou H, Boukhris O, Masmoudi L, et al. Effects of home confinement on mental health and lifestyle behaviours during the COVID-19 outbreak: insights from the ECLB-COVID19 multicentre study. *Biol Sport.* 2020;38(1):9-21. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2020.96857>
- (29) Martínez-Ferran M, de la Guía-Galipienso F, Sanchis-Gomar F, Pareja-Galeano H. Metabolic Impacts of Confinement during the COVID-19 Pandemic Due to Modified Diet and Physical Activity Habits. *Nutrients.* 2020;12(6). <https://doi.org/10.3390/nu12061549>
- (30) Ejtahed H-S, Mardi P, Hejrani B, Mahdavi FS, Ghoreishi B, Gohari K, et al. Association between junk food consumption and mental health problems in adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry.* 2024;24(1):438. <https://doi.org/10.1186/s12888-024-05889-8>
- (31) Granger R, Kubis HP. Too much is too much: Influence of former stress levels on food craving and weight gain during the COVID-19 period. *PLoS One.* 2023;18(4):e0277856. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277856>
- (32) Teychenne M, Stephens LD, Costigan SA, Olstad DL, Stubbs B, Turner AJ. The association between sedentary behaviour and indicators of stress: a systematic review. *BMC Public Health.* 2019;19(1):1357. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7717-x>
- (33) Aguilera Pérez DR. Normalización del consumo de alcohol como factor de riesgo. Trabajo de Fin de Grado, Universidad de la Laguna 2019;1-29.
- (34) Sánchez-Recio R, Parrilla-Huertas JA, Asensio-Martínez Á, Valdivieso-Pardos S, Zúñiga-Antón M, Cerdán-Bernad M. The influence of alcohol consumption on Self-Rated Health and Mood during the COVID-19 pandemic in Spain. *Front Public Health.* 2023;11:1257459. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1257459>
- (35) Sánchez Pardo L. Consumo alcohólico en la población española. *Adicciones.* 2002;14(1):79-97. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7153251>

- (36) Wardell JD, Kempe T, Rapinda KK, Single A, Bilevicius E, Frohlich JR, et al. Drinking to Cope During COVID-19 Pandemic: The Role of External and Internal Factors in Coping Motive Pathways to Alcohol Use, Solitary Drinking, and Alcohol Problems. *Alcohol Clin Exp Res.* 2020;44(10):2073-83. <https://doi.org/10.1111/acer.14425>
- (37) Fundación Dieta Mediterránea. ¿Qué es la Dieta Mediterránea? 2023. <https://dietamediterranea.com/nutricion-saludable-ejercicio-fisico/>
- (38) Mekanna AN, Panchal SK, Li L. Beyond lockdowns: a systematic review of the impacts of COVID-19 lockdowns on dietary pattern, physical activity, body weight, and food security. *Nutr Rev.* 2023;81(7):790-803. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuac088>
- (39) Soe PP, Hnin ZL, Hlaing T, Min H. Changes in physical activity, dietary and sleeping pattern among the general population in COVID-19: A systematic review protocol. *PLoS One.* 2022;17(6):e0269202. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269202>
- (40) Alsaqqa RM, Alasmari RM, Altalhi RA, Filfilan N. The Impact of Quarantine on Physical Activity, Body Weight, and Eating Behaviors During the COVID-19 Pandemic in Saudi Arabia. *Cureus.* 2024;16(3):e56460. <https://doi.org/10.7759/cureus.56460>
- (41) Abdulsalam NM, Khateeb NA, Aljerbi SS, Alqumayzi WM, Balubaid SS, Almarghani AA, et al. Assessment of Dietary Habits and Physical Activity Changes during the Full COVID-19 Curfew Period and Its Effect on Weight among Adults in Jeddah, Saudi Arabia. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph18168580>
- (42) Pérez-Rodrigo C, Citores MG, Bárbara GH, Litago FR, Casis L, Aranceta-bartrina J, et al. Cambios en los hábitos alimentarios durante el periodo de confinamiento por la pandemia COVID-19 en España. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2020; 26(2). <https://doi.org/10.14642/RENC.2020.26.2.5213>
- (43) Hariri N, Takrooni W, Nasraddin N, Bawahab N, Alfalogy E. Effect of the Long COVID-19 Quarantine and Associated Lack of Physical Activity on Overall Health. *Cureus.* noviembre de 2022;14(11):e30955. <https://doi.org/10.7759/cureus.30955>
- (44) El Sayed S, Shokry D, Gomaa SM. Post-COVID-19 fatigue and anhedonia: A cross-sectional study and their correlation to post-recovery period. *Neuropsychopharmacol reports.* 2021;41(1):50-5. <https://doi.org/10.1002/npr2.12154>
- (45) J Devoe D, Han A, Anderson A, Katzman DK, Patten SB, Soumbasis A, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on eating disorders: A systematic review. *Int J Eat Disord.* 2023;56(1):5-25. <https://doi.org/10.1002/eat.23704>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### RESEARCH ARTICLE

## The use of herbs in patients with inflammatory bowel disease in Türkiye: A cross-sectional study

➤ El uso de hierbas en pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal en Türkiye: Un estudio transversal

Ecenur Bayir<sup>a</sup>, Cagla Ayer<sup>b</sup>, Gulsah Kaner<sup>b,\*</sup> & Gozde Elgin-Cebe<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Ege University, Izmir, Türkiye.

<sup>b</sup> Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Izmir Katip Celebi University, Izmir, Türkiye.

\*[kanergulsah@gmail.com](mailto:kanergulsah@gmail.com)

Assigned Editor: Tania Fernández Villa, Universidad de León, León, España.

Received: 06/12/2024; Accepted: 18/02/2025; Published: 19/03/2025.

#### KEYWORDS

Inflammatory Bowel Disease

Ulcerative Colitis

Crohn Disease

Medicinal Plants

#### ➤ ABSTRACT

**Introduction:** Ulcerative colitis (UC) and Crohn's disease (CD), known as inflammatory bowel disease (IBD), which are becoming increasingly common around the world, are chronic conditions that affect people's quality of life. This study aims to evaluate the use of herbal products by adults diagnosed with IBD in remission and to investigate the factors associated with the use of herbal products.

**Methods:** This study was conducted on 425 adult participants aged 18-65 years (Males = 154, Females = 271) diagnosed with IBD (UC = 295, CD = 130) who were referred to the gastroenterology outpatient clinics of two university hospitals. Data were collected using a questionnaire with three parts: socio-demographic, disease-related, and use of herbal products.

**Results:** The most commonly used medicinal plants were *Zingiber officinale* Roscoe (40.5%), *Curcuma longa* L. (38.1%) and *Momordica charantia* L. (24.2%). There was a significant difference in the use of herbal products according to the presence of chronic diseases in addition to IBD ( $p < 0.001$ ). 44.4% of participants did not report their use of these herbal products to health professionals. The use of herbal products decreased with increasing age (95% CI: 0.946-0.999) and educational level (for bachelor 95% CI: 0.141-0.857, for postgraduate 95% CI: 0.178-0.711) and increased with increasing duration of diagnosis (95% CI: 1.049-1.134). In addition, the use of herbal products was higher in people who had not had surgery related to IBD (95% CI: 1.658-11.628) and who did not have comorbidities (95% CI: 1.836-11.607).

**Conclusions:** Age, educational level, duration of disease, undergoing surgery related to IBD and having comorbidities are factors affecting the use of herbal products in patients with IBD. However, studies with larger sample sizes are needed to fully elucidate these relationships.

## RESUMEN

### PALABRAS CLAVE

Enfermedad  
Inflamatoria  
Intestinal

Colitis ulcerosa

Enfermedad de  
Crohn

Planta medicinal

**Introducción:** La colitis ulcerosa (CU) y la enfermedad de Crohn (EC), conocidas como enfermedades inflamatorias intestinales (EII), son enfermedades crónicas que afectan a la calidad de vida de las personas y cada vez son más frecuentes en todo el mundo. Este estudio pretende evaluar el uso de productos a base de plantas por adultos diagnosticados de EII en remisión e investigar los factores asociados al uso de productos a base de plantas.

**Metodología:** Este estudio se realizó con 425 participantes adultos de entre 18 y 65 años (hombres = 154, mujeres = 271) diagnosticados de EII (CU = 295, EC = 130) que fueron remitidos a las consultas externas de gastroenterología de dos hospitales universitarios. Los datos se recogieron mediante un cuestionario dividido en tres partes: sociodemográfica, relacionada con la enfermedad y uso de productos herbales.

**Resultados:** Las plantas medicinales más utilizadas fueron *Zingiber officinale* Roscoe (40.5 %), *Curcuma longa* L. (38.1 %) y *Momordica charantia* L. (24.2 %). Se observó una diferencia significativa en el uso de productos a base de plantas según la presencia de enfermedades crónicas, además de la EII ( $p < 0,001$ ). El 44.4 % de los participantes no informó a los profesionales sanitarios sobre el uso de estos productos. El uso de productos a base de plantas disminuyó al aumentar la edad (IC del 95%: 0,946-0,999) y el nivel educativo (para licenciados IC del 95%: 0,141-0,857, para posgraduados IC del 95%: 0,178-0,711) y aumentó al aumentar la duración del diagnóstico (IC del 95%: 1,049-1,134). Además, el uso de productos a base de plantas fue mayor en las personas que no se habían sometido a cirugía relacionada con la EII (IC del 95%: 1,658-11,628) y que no tenían comorbilidades (IC del 95%: 1,836-11,607).

**Conclusiones:** La edad, el nivel educativo, la duración de la enfermedad, haberse sometido a cirugía relacionada con la EII y tener comorbilidades son factores que afectan al uso de productos a base de plantas en estos pacientes. Sin embargo, se necesitan estudios con muestras de mayor tamaño para dilucidar plenamente estas relaciones.

## KEY MESSAGES

1. *Zingiber officinale* Roscoe, *Curcuma longa* L. and *Momordica charantia* L. were the most commonly used plants by IBD patients.
2. The use of herbal products decreased with increasing age and educational level and increased with increasing duration of diagnosis.
3. About half of patients with IBD do not inform their health care professionals about their use of these herbal products.

## CITATION

Bayir E, Ayer C, Kaner G, Elgin-Cebe G. The use of herbs in patients with inflammatory bowel disease in Türkiye: A cross-sectional study. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2364.  
doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2364>

## INTRODUCTION

Inflammatory bowel disease (IBD) is a chronic inflammation of the gastrointestinal system (GIS) characterized by an influx of neutrophils and macrophages that produce cytokines, proteolytic enzymes, and free radicals, resulting in ulceration, abdominal pain, diarrhea, bleeding, fluid and electrolyte loss, and periods of relapse and remission. Both chronic and recurrent inflammation of the bowel result in different clinical pictures, which can be distinguished by the localization of the inflammation in the GIS and the histological changes in the bowel wall. Ulcerative colitis (UC) and Crohn's disease (CD) are the main clinical forms of IBD. Apart from these two main forms, about 10% of IBD is characterized by indeterminate (intermediate) colitis, which is not included in either of these two forms<sup>1-5</sup>. The incidence and prevalence of IBD have increased in recent years in both developed and developing countries. It has been reported to be more common in young adults, in urban areas, and cold climates, with a similar gender distribution. Treatment of IBD is important to improve quality of life and prevent disease progression<sup>4,6-9</sup>. Conventional therapies used in this process are not fully successful in maintaining remission and preventing disease progression and can cause serious side effects. The idea that herbal medicinal products (herbal drugs, herbal preparations, herbal medicines, phytotherapeutics, phytopharmaceuticals), food supplements (nutraceuticals, functional foods), herbal medicines and traditional herbal medicines, which are an important part of complementary medicine, are "more effective/beneficial/less harmful" compared to other treatments is an important point to consider<sup>10</sup>. Due to today's media, lack of control and regulation, and the sale of these products by herbalists and spice sellers, the use of these products has reached serious proportions<sup>11,12</sup>. It has been reported that up to 60% of IBD patients use complementary and alternative medicine and less than half of them report their use to their physicians<sup>13-15</sup>. Although the number of relevant clinical studies is relatively small, it is seen that the studies are mostly review articles<sup>16-18</sup>. Studies examining the use of herbal products by IBD patients and the factors affecting the use of herbal products are limited. Advice can be difficult without a proper understanding of the research behind the use of herbs in IBD. It is imperative that healthcare professionals managing IBD understand the risks and benefits of using herbs as a complementary or monotherapy to manage IBD. In Türkiye, as in many other countries, herbal products are not registered or controlled and their markets are not adequately regulated. Therefore, it is important to have information about the most commonly used herbs and their prevalence of use, especially when evaluating potential adverse effects and herb-drug interactions in patients with IBD. Therefore, this study aims to evaluate the use of herbal products by adults diagnosed with IBD in remission and to investigate the factors associated with the use of herbal products.

## METHODS

### Study Design and Subjects

This descriptive cross-sectional study was conducted between 9 October 2023 and 1 March 2024 using a questionnaire in the form of a personal interview with adults diagnosed with IBD in remission who attended the gastroenterology outpatient clinics of two different university hospitals. The study population consisted of individuals aged 18-65 years (N=640) who had been clinically diagnosed with UC or CD by a gastroenterologist and were in remission at the time of data collection. Participants were excluded if they were pregnant, lactating, or experiencing severe IBD complications (such as hospitalization or emergency surgery requirements, fulminant colitis, massive bleeding, peritonitis, toxic megacolon, etc.). Additional exclusion criteria included severe physical or mental disorders and/or a refusal to take part in the study. According to the sample size calculation formula for a known population (N=640), which is based on a 95% confidence interval and a 5% margin of error, the target sample size was set at a minimum of 386 adults diagnosed with IBD in remission.

### Ethical Aspect of the Research

The present study was conducted by the tenets of the Declaration of Helsinki, and all procedures involving research study patients were approved by the University Medical Research Ethics Committee (on 17-01-2024 and decision number 23-10T/25). Written informed consent was also obtained from all patients.

### Data Collection

Data were collected using a questionnaire that was developed based on the literature review and the objectives of our study. Before initiating the study, the questionnaire's face validity was assessed by a panel of experts, including a dietitian, a pharmacist, and a physician. The comprehensibility and applicability of the questionnaire were pre-tested on 10 volunteers who were representative of the study population. Based on their feedback, the questions were revised to ensure clarity and appropriateness for assessing the use of herbal products in individuals with IBD. Data for the study were collected using a questionnaire consisting of three parts. The first part of the questionnaire contained sociodemographic and characteristic information about the participants, the second part contained information about the disease, and the third part contained information about the use of herbal products and the type and form of herbal products used. Sociodemographics and Characteristics: In this part of the questionnaire, participants were asked about their age, gender, marital status, education, occupation, income, exercise habits,

smoking, and alcohol consumption. Body mass index (BMI; kg/m<sup>2</sup>) was calculated from self-reported weight and height.

**Characteristics of the Disease:** In this part of the study, participants were asked about their disease diagnosis, location of involvement, medication use, first sign, extraintestinal findings, IBD-related surgical status, presence of comorbidities, and presence of intestinal infection or inflammation.

**Information on the Use of Herbal Products:** This part of the study asked about the use of herbal products in IBD, the form and type of herbal product if used, the place where the herbal product was purchased, the person who recommended the herbal product, whether the herbal product was researched, the frequency of use of the herbal product, whether the herbal product was shared with the healthcare professional and the duration of use, and the medicinal plants and forms reported in the national and international literature for use in IBD.

### Statistical Analysis

Data from the study were analyzed using SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 29. Categorical data were expressed as numbers and percentages. Pearson's Chi-squared test, Fisher's exact test, and T-test for independent groups were used to compare the means of two independent groups and to assess the relationship between two categorical variables. Binary logistic regression analysis was performed to determine the factors affecting the probability of the two-category dependent variable. The validity of the model was checked with Nagelkerke R<sup>2</sup>, Cox & Snell R<sup>2</sup> and the Hosmer-Lemeshow Test. For all statistical tests, a confidence interval of 95% and a significance level of p<0.05 were accepted.

## RESULTS

This study was completed with the participation of 425 adults diagnosed with IBD. The mean age of the participants was 37.98±14.21 years and the mean BMI was 25.30±7.53 kg/m<sup>2</sup>. The sociodemographic characteristics of the participants are shown in [Table 1](#).

Participants were diagnosed with IBD a mean of 6.63±6.07 years ago. The time since IBD diagnosis was made was significantly lower in herbal product users (5.88±5.79 years) than in non-users (7.88±6.33 years) (p=0.001). UC was diagnosed in 69.4% and CD in 30.6% of IBD patients. Colon involvement was observed in 68.5% of participants. Bloody diarrhea (33.4%), abdominal pain and/or weight loss (22.4%), mucousy stools and/or abdominal pain (22.1%), and diarrhea (22.0%) were the first symptoms or findings observed at diagnosis. The use of herbal products differed among those with bloody diarrhea or mucousy stools and/or abdominal pain at first diagnosis (p<0.001). The use of herbal products differed in people

with IBD who had extraintestinal symptoms due to the disease (p=0.004). There was a statistically significant difference in the use of herbal products in people with extraintestinal symptoms such as nausea, vomiting, fever, fatigue, night sweats, anemia, eye symptoms, and skin problems (p<0.001). It was found that the use of herbal products was higher in people who had undergone surgery for the disease (p=0.002). There was a significant difference in the use of herbal products according to the presence of chronic diseases in addition to IBD (p<0.001). All individuals with thyroid disease in addition to IBD used herbal products (p=0.026) ([Table 2](#)). Of those using herbal products for IBD, 38.7% obtained them from herbalists and/or market, 20.3% from pharmacies, and 17.7% from the media and/or social media. More than half of the participants reported that they chose to use/consume the herbal product they used (50.8%) and 94.0% of people reported that they used these herbal products through research. More than half of the participants used herbal products irregularly. 44.4% of participants did not report their use of these herbal products to health professionals. There was no statistically significant difference (p>0.05) between participants' attitudes towards the use of herbal products and clinical forms of the disease, except for the status of reporting the herbal products they used to healthcare professionals (p=0.016) ([Table 3](#)).

When the type and form of herbal products used by the participants were examined, it was found that 34 of the 44 plants examined were used by the participants. [Figure 1](#) shows the 10 most commonly used plants. The most commonly used herbal products were *Zingiber officinale* Roscoe (40.5%), *Curcuma longa* L. (38.1%), and *Momordica charantia* L. (24.2%). There was no statistically significant difference between the herbal products used by the participants and the clinical forms of the disease (p>0.05) ([Figure 1](#)).

Logistic regression analysis of the factors associated with the use of herbal products by the participants is shown in [Table 4](#). The logistic regression model is valid (p=0.416) and explains the use of herbal products at a moderate level (Nagelkerke R<sup>2</sup>:0.301; Cox & Snell R<sup>2</sup>:0.221). The use of herbal products decreases by 2.8% with increasing age (p=0.040). University graduates were 65.2% less likely to use herbal products than the reference group (≤High school degree) (p=0.022), and postgraduates were 64.4% less likely than the reference group (p=0.003). The use of herbal products increases by 9.1% as the time of diagnosis increases (p<0.001). In the first sign of the disease, 82.2% of those with bloody diarrhoea (p<0.001), 88.6% of those with abdominal pain and/or weight loss (p<0.001), and 65.6% of those with mucousy stools and/or abdominal pain (p=0.002), herbal product use was lower than in the reference group (diarrhoea). The use of herbal products was found to be 4.4 times higher in individuals without IBD related operation (p=0.003) and 4.6 times higher in individuals without comorbidity (p=0.001).

**Table 1.** Distribution of socio-demographic characteristics of participants according to herbal product use.

	Total (n=425)	Herbal Products User (n=266)	Herbal Product Non-user (n=159)	Test Value
	$\bar{X}\pm SD$	$\bar{X}\pm SD$	$\bar{X}\pm SD$	
<b>Age (year)</b>	37.98±14.21	39.19±14.39	36.78±13.78	t=1.696 p=0.091
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25.30±7.53	25.03±8.82	25.60±4.66	t=-0.755 p=0.450
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	
<b>Gender</b>				
Men	154 (36.2)	96 (36.1)	58 (36.5)	$\chi^2=0.006$ p=1.000
Women	271 (63.8)	170 (63.9)	101 (63.5)	
<b>Marital Status</b>				
Married	237 (55.8)	152 (57.1)	85 (53.5)	$\chi^2=0.547$ p=0.481
Single	188 (44.2)	114 (42.9)	74 (46.5)	
<b>Educational Status</b>				
≤High school degree	58 (13.6)	43 (16.2)	15 (9.4)	$\chi^2=5.613$ p=0.060
Bachelor's degree	298 (70.1)	187 (70.3)	111 (69.8)	
Postgraduate	52 (12.2)	26 (9.8)	26 (16.4)	
<b>Employment Status</b>				
Not Working	91 (21.4)	62 (23.3)	29 (18.2)	$\chi^2=2.337$ p=0.505
Officer	179 (42.1)	108 (40.6)	71 (44.7)	
Student	104 (24.5)	62 (23.3)	42 (26.4)	
Other	51 (12.0)	34 (12.8)	17 (10.7)	
<b>Income Status</b>				
Less than expenses	147 (34.6)	93 (35.0)	54 (34.0)	$\chi^2=1.671$ p=0.434
Equal to expenses	183 (43.1)	109 (41.0)	74 (46.5)	
Higher than expenses	95 (22.4)	64 (24.1)	31 (19.5)	
<b>Regular Physical Activity</b>				
Yes	141 (33.2)	88 (33.1)	53 (33.3)	$\chi^2=0.003$ p=1.000
No	284 (66.8)	178 (66.9)	106 (66.7)	
<b>Smoking</b>				
Yes	116 (27.3)	70 (26.3)	46 (28.9)	$\chi^2=2.210$ p=0.331
I smoked and quit	53 (12.5)	38 (14.3)	15 (9.4)	
I have never smoked	256 (60.2)	158 (59.4)	98 (61.6)	
<b>Alcohol Consumption</b>				
Yes	138 (32.5)	89 (33.5)	49 (30.8)	$\chi^2=0.317$ p=0.594
No	287 (67.5)	177 (66.5)	110 (69.2)	

\*Independent sample t-test, Chi-square test, p&lt;0.05. BMI: Body mass index.

**Table 2.** Distribution of participants' general information about their illnesses according to their use of herbal products.

	Total (n=425)	Herbal Product User (n=266)	Herbal Product Non-user (n=159)	Test Value
	$\bar{X}\pm SD$	$\bar{X}\pm SD$	$\bar{X}\pm SD$	
	n (%)	n (%)	n (%)	
<b>Diagnosed with IBD (year)</b>	6.63±6.07	5.88±5.79	7.88±6.33	t=-3.328 p=0.001*
<b>Diagnosis</b>				
Ulcerative colitis	295 (69.4)	184 (69.2)	111 (69.8)	$\chi^2=0.019$ p=0.914
Crohn's disease	130 (30.6)	82 (30.8)	48 (30.2)	
<b>Location of Involvement</b>				
Terminal ileum	133 (31.3)	84 (31.6)	49 (49.8)	
Colon	291 (68.5)	181 (68.0)	110 (69.2)	$\chi^2=0.635$ p=0.728
Ileocolon	1 (0.2)	1 (0.6)	- (-)	
<b>First Sign</b>				
Diarrhea	94 (22.1)	61 <sup>a</sup> (22.9)	33 <sup>a</sup> (20.8)	$\chi^2=29.046$ p<0.001
Bloody diarrhea	142 (33.4)	109 <sup>a</sup> (41.0)	33 <sup>b</sup> (20.8)	
Abdominal pain and/or weight loss	95 (22.4)	56 <sup>a</sup> (21.1)	39 <sup>a</sup> (24.5)	
Mucousy stools and/or abdominal pain	94 (22.1)	40 <sup>a</sup> (15.0)	54 <sup>b</sup> (34.0)	
<b>Medication Use Status</b>				
I don't use	30 (7.1)	19 (7.1)	11 (6.9)	$\chi^2=0.008$ p=1.000
I use	395 (92.9)	247 (92.9)	148 (93.1)	
<b>Extraintestinal Results Related to the Disease</b>				
Yes	329 (77.4)	194 (72.9)	135 (84.9)	$\chi^2=8.159$ p=0.004
No	96 (22.6)	72 (27.1)	24 (15.1)	
<b>Existing Extraintestinal Results</b>				
Nausea and vomiting	71 (21.6)	31 <sup>a</sup> (16.0)	40 <sup>b</sup> (29.6)	
Fever, fatigue and night sweats	69 (21.0)	61 <sup>a</sup> (31.4)	8 <sup>b</sup> (5.9)	
Anemia	46 (14.0)	16 <sup>a</sup> (8.2)	30 <sup>b</sup> (22.2)	$\chi^2=9.033$ p<0.001
Metabolic bone problems	47 (14.3)	31 <sup>a</sup> (16.0)	16 <sup>a</sup> (11.9)	
Eye symptoms	25 (7.6)	1 <sup>a</sup> (0.5)	24 <sup>b</sup> (17.8)	
Oral and nasal diseases	24 (7.3)	16 <sup>a</sup> (8.2)	8 <sup>a</sup> (5.9)	
Skin diseases	22 (6.7)	22 <sup>a</sup> (11.3)	- <sup>b</sup> (-)	
Cardiovascular diseases	25 (7.6)	16 <sup>a</sup> (8.2)	9 <sup>a</sup> (6.7)	
<b>IBD Related Operation</b>				
Yes	47 (11.1)	39 (14.7)	8 (5.0)	$\chi^2=9.383$ p=0.002
No	378 (88.9)	227 (85.3)	151 (95.0)	
<b>Family History of IBD</b>				
Yes	119 (28.0)	70 (26.3)	49 (30.8)	$\chi^2=1.000$ p=0.318
No	306 (72.0)	196 (73.7)	110 (69.2)	
<b>Comorbidity</b>				
Yes	73 (17.2)	64 (24.1)	9 (5.7)	$\chi^2=23.682$ p<0.001
No	352 (82.8)	202 (75.9)	150 (94.3)	

	Total (n=425)	Herbal Product User (n=266)	Herbal Product Non-user (n=159)	Test Value
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
<b>Existing Comorbidity</b>				
Thyroid diseases	24 (32.9)	24 (37.5)	- (-)	$\chi^2=5.028$ $p=0.026$
Cardiovascular diseases	49 (67.1)	40 (62.5)	9 (100.0)	
<b>Intestinal Infection</b>				
Yes	187 (44.0)	114 (42.9)	73 (45.9)	$\chi^2=0.377$ $p=0.546$
No	238 (56.0)	152 (57.1)	86 (54.1)	

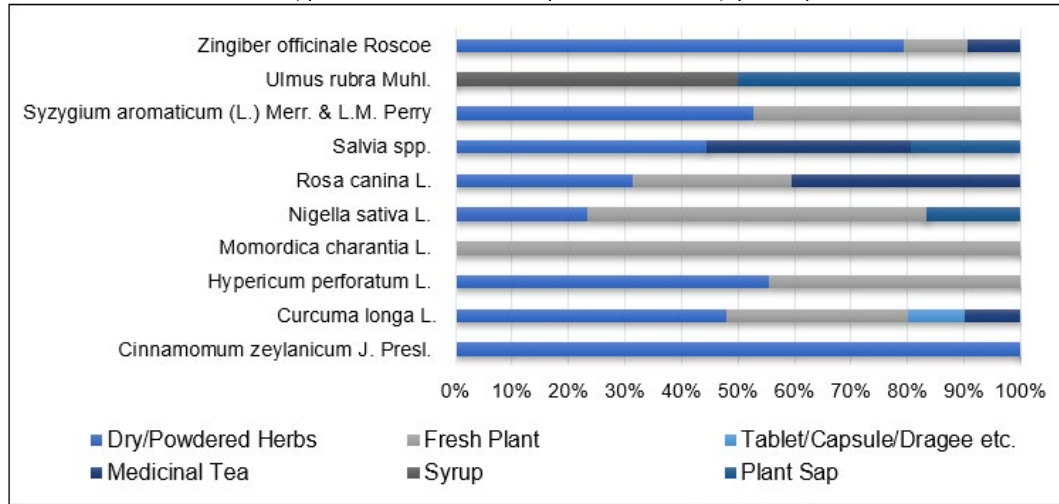
\*Chi-square test,  $p < 0.05$  **IBD**: Inflammatory Bowel Disease.

**Table 3.** Distribution of participants' information on herbal product use according to IBD type.

Variables Related to Herbal Product	Total (n=266)	UC (n=184)	CD (n=82)	Test Value
	n (%)	n (%)	n (%)	
<b>Where is it supplied?</b>				
Transfer/Market	103 (38.7)	68 (37.0)	35 (42.7)	$\chi^2=3.332$ $p=0.504$
Social environment	31 (11.7)	20 (10.9)	11 (13.4)	
Media/Social media	47 (17.7)	37 (20.1)	10 (12.2)	
Pharmacy	54 (20.3)	36 (19.6)	18 (22.0)	
Market/Shop	31 (11.7)	23 (12.5)	8 (9.8)	
<b>Recommender</b>				
Relative	38 (14.3)	26 (14.1)	12 (14.6)	$\chi^2=4.420$ $p=0.220$
Itself	135 (50.8)	100 (54.3)	35 (42.7)	
Physician	53 (19.9)	31 (16.8)	22 (26.8)	
Pharmacist	40 (15.0)	27 (14.7)	13 (15.9)	
<b>Research Status</b>				
Yes	250 (94.0)	175 (95.1)	75 (91.5)	$\chi^2=1.333$ $p=0.270$
No	16 (6.0)	9 (4.9)	7 (8.5)	
<b>Frequency of Use</b>				
Every day	23 (8.6)	14 (7.6)	9 (11.0)	$\chi^2=2.076$ $p=0.557$
2-3 times a week	71 (26.7)	46 (25.0)	25 (30.5)	
1 time per week	22 (8.3)	16 (8.7)	6 (7.3)	
Irregular	150 (56.4)	108 (58.7)	42 (51.2)	
<b>Situation of Sharing with Healthcare Professional</b>				
Yes	148 (55.6)	93 (50.5)	55 (67.1)	$\chi^2=6.279$ $p=0.016$
No	118 (44.4)	91 (49.5)	27 (32.9)	
<b>Usage Period (months)</b>				
<1	123 (46.2)	85 (46.2)	38 (46.3)	$\chi^2=0.191$ $p=0.979$
1-3	69 (25.9)	48 (26.1)	21 (25.6)	
≥3-12	17 (6.4)	11 (6.0)	6 (7.3)	
≥12	57 (21.4)	40 (21.7)	17 (20.7)	

\*Chi-square test,  $p < 0.05$  **UC**: Ulcerative colitis, **CD**: Crohn's disease.

**Figure 1.** Distribution of information on the type and form of herbal products used by participants.



**Table 4.** Results of logistic regression analysis exploring factors associated with participants' use of herbal products

Variables	B	Wald	p-value	Exp (B)	%95 CI (min-max)
Constant	-20.560	0.000	1.000	0.000	
Age	-0.028	4.200	<b>0.040*</b>	0.972	0.946-0.999
Gender (Women)	0.168	0.471	0.493	1.183	0.731-1.913
Marital Status (Single)	0.084	0.064	0.800	1.088	0.567-2.089
Educational Status (Bachelor's degree)	-1.056	5.263	<b>0.022*</b>	0.348	0.141-0.857
Educational Status (Postgraduate)	-1.034	8.564	<b>0.003*</b>	0.356	0.178-0.711
Employment Status (Officer)	-0.054	0.015	0.902	0.947	0.397-2.260
Employment Status (Student)	0.327	0.663	0.416	1.386	0.632-3.042
Employment Status (Other)	-0.083	0.030	0.863	0.921	0.359-2.359
Income Status (Equal to expenses)	0.041	0.016	0.899	1.042	0.549-1.980
Income Status (Higher than expenses)	0.396	1.619	0.203	1.486	0.808-2.733
Regular Physical Activity (No)	-0.047	0.037	0.848	0.954	0.587-1.549
Diagnosed with IBD	0.087	19.158	<b>&lt;0.001*</b>	1.091	1.049-1.134
Diagnosis (Crohn's disease)	-0.285	0.121	0.728	0.752	0.151-3.735
Location of Involvement (Colon)	19.734	0.000	1.000	371884837.4	0.000
Location of Involvement (Ileocolon)	19.966	0.000	1.000	468826857.9	0.000
First sign (Bloody diarrhea)	-1.724	22.761	<b>&lt;0.001*</b>	0.178	0.088-0.362
First sign (Abdominal pain and/or weight loss)	-2.168	35.467	<b>&lt;0.001*</b>	0.114	0.056-0.234
First sign (Mucousy stools and/or abdominal pain)	-1.067	9.391	<b>0.002*</b>	0.344	0.174-0.681
Medication Use Status (I use)	-0.001	0.000	0.998	0.999	0.397-2.516
IBD Related Operation (No)	1.480	8.865	<b>0.003*</b>	4.391	1.658-11.628
Comorbidity (No)	1.530	10.575	<b>0.001*</b>	4.617	1.836-11.607

Nagelkerke **R<sup>2</sup>:0.301**; Cox & Snell **R<sup>2</sup>:0.221**

Hosmer-Lemeshow Testi Chi-square: 8.184, p-value:0.416

\*Binary logistic regression analysis, p<0.05

Reference category: "Gender (Men)", "Marital Status (Married)", "Educational Status (≤High school degree)", "Employment Status (Not Working)", "Income Status (Less than expenses)", "Regular Physical Activity (Yes)", "Diagnosis (Ulcerative colitis)", "Location of Involvement (Terminal ileum)", "First sign (Diarrhea)", "Medication Use Status (I don't use)", "IBD Related Operation (Yes)", "Comorbidity (Yes)"

## DISCUSSION

This study, designed and conducted to assess the use of herbal products and associated factors in IBD patients aged 18-65 years in remission, found that more than half of the participants (62.6%) used herbal products. Similar to this study, more than half (68.0%) of adults with chronic diseases reported using herbal products<sup>19</sup>. A study of people with chronic diseases found that about one-third of patients used herbal products<sup>20</sup>. In the United States, about 40.0% of adults with chronic conditions used complementary treatments, and one in five used herbal products<sup>21</sup>. In contrast to these studies, a study of Thai adults with chronic diseases found a higher proportion of those who had not used herbal products in the previous 12 months (64.1%)<sup>22</sup>.

In the present study, the use of herbal products decreased with educational level. In an Italian study, higher levels of education were associated with increased use of herbal products<sup>17</sup>. Similar to our study results, a study of adults found that higher health literacy was associated with lower attitudes towards traditional and complementary medicine<sup>18</sup>. Although it is assumed that the use of herbal products has become popular among people with high levels of education, the literature shows that there is no parallel between education and the use of herbal products<sup>19-25</sup>.

In many studies, younger age was an independent predictor of herbal product use in IBD patients. In a study from Hungary, complementary alternative medicine use was associated with a younger age, and higher educational level<sup>26,27</sup>. In a multicenter study from Norway, high level of education and age between 35 and 50 years were independent factors for the use of complementary and alternative medicine<sup>28,29</sup>. In this study, it was determined that the use of herbal products was higher in younger age IBD patients in accordance with the literature.

Herbal product use is associated with disease duration and other factors. In a study from Korea, longer duration of IBD were found to be independent predictors of complementary and alternative medicine use<sup>30</sup>. In a systematic review and meta-analysis, a disease duration of more than 5 years and the occurrence of complications were reported to be factors significantly associated with herbal medicine use<sup>31</sup>. In this study, consistent with the literature, herbal product use increased as the duration of diagnosis increased.

The current study found that more than a third of participants (38.7%) bought herbal products from herbalists or markets, and almost half of them (44.4%) did not discuss the herbal product they used with a doctor or pharmacist. Similar to this study, a study of herbal products used by adults for digestive problems found that 41.4% of participants obtained the herbal products they used from herbalists in the form of openly sold products (mixture, powder, tea)<sup>32</sup>. A similar cross-sectional study reported that the majority of adults purchased herbal products from spice shops/herbalists and used them for disease prevention. This widespread use among healthy people was associated with the idea that they could feel good about using herbal products because they did not

have a disease<sup>33</sup>. Another study in adults reported that the majority of adults who used herbal products did not tell their doctors about the herbal product they were using, and the reason for not telling their doctors was that they thought their doctors would disapprove of their use of herbal products<sup>34</sup>. A survey of 3876 adults about the use of herbal products found that only 29.1% of participants had received information about herbal products from their doctors or other health professionals, and only 37.9% had told their doctors about the use of these products<sup>35</sup>. There may be various interactions between drug treatment and the herbal products used. Therefore, healthcare professionals should communicate with patients, not judge them in this regard, and have sufficient knowledge to explain the effects of these products to them.

In the current study, more than half of the participants (50.8%) reported that they chose to use herbal products by doing their research. In contrast to the current study, a study found that the most important factors influencing adults to use herbal products were other patients with the same condition, the internet, and spice/herb shops<sup>33</sup>. A study of diabetic patients reported that the majority of patients (82.4%) received information about herbal products from family, friends, and the Internet<sup>36</sup>. In a study of adults attending a family health center, the Internet was found to have the greatest influence on the use of herbal products<sup>37</sup>. A study of patients attending a gastroenterology outpatient clinic found that about half of the patients used herbal products after hearing about them from their social environment<sup>38</sup>. A study of 400 Norwegian women found that the tendency to use herbal products was generally based on recommendations from friends and relatives<sup>29</sup>. The differences in the results of the studies may be due to the different levels of education of the participants. In this study, the fact that participants reported that they started using herbal products through their research could be related to the fact that more than half of them had a university degree. It should be borne in mind that interactions between herbal products and medicines may occur in patients who use herbal products obtained from herbalists/markets, media channels, and the internet without any knowledge of medicines.

This study has several limitations. First, the cross-sectional design of this study limits the ability to make causal inferences. Second, data were obtained through self-reporting, which may lead to misreporting and recall bias due to the nature of the study. Third, this study sample included outpatients presenting at 2 different university hospitals in Izmir, so these results cannot be generalized.

## CONCLUSIONS

This study demonstrated that *Zingiber officinale* Roscoe, *Curcuma longa* L. and *Momordica charantia* L. were the most commonly used plants by IBD patients. There was a significant difference in the use of herbal products depending on the presence of chronic diseases in addition to IBD. About half of patients with IBD do not inform

their health care professionals about their use of these herbal products. The use of herbal products decreased with increasing age and educational level and increased with increasing duration of diagnosis. In addition, the use of herbal products was higher in people who had not had surgery related to IBD and who did not have comorbidities. Studies with larger sample sizes are needed to fully elucidate these relationships.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to all individuals who participated in this study.

## AUTHORS' CONTRIBUTION

Conceptualization: E.B., G.K., G.E.C.; methodology: E.B., C.A., G.K., G.E.C.; formal analysis: E.B., C.A.; investigation: E.B.; writing - original draft: E.B.; supervision: G.K., G.E.C.

## FUNDING

The authors have no financial relationships relevant to this article to disclose.

## COMPETING OF INTERESTS

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

## AVAILABILITY OF DATA

Data available on request to the author of the correspondence.

## REFERENCES

- (1) Guzzo GL, Andrews JM, Weyrich LS. The neglected gut microbiome: Fungi, protozoa, and bacteriophages in inflammatory bowel disease. *Inflamm Bowel Dis*. 2022; 28(7): 1112-1122. <https://doi.org/10.1093/ibd/izab343>
- (2) Rogler G, Singh A, Kavanaugh A, Rubin DT. Extraintestinal manifestations of inflammatory bowel disease: Current concepts, treatment, and implications for disease management. *Gastroenterology*. 2021; 161(4): 1118-1132. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2021.07.042>
- (3) Sara JC, Zielińska M, Sokal A, Filip R. Genetic and epigenetic etiology of inflammatory bowel disease: An update. *Genes*. 2022; 13(12): 2388. <https://doi.org/10.3390/genes13122388>
- (4) Szymczak-Tomczak A, Ratajczak AE, Kaczmarek-Ryś M, Hryhorowicz S, Rychter AM, Zawada A et al. Pleiotropic effects of vitamin D in patients with inflammatory bowel diseases. *J Clin Med*. 2022; 11(19): 5715. <https://doi.org/10.3390/jcm11195715>
- (5) Zhou Y, Wang D, Yan W. Treatment effects of natural products on inflammatory bowel disease in vivo and their mechanisms: based on animal experiments. *Nutrients*. 2023; 15(4): 1031. <https://doi.org/10.3390/nu15041031>
- (6) Adam H, Alqassas M, Saadah OI, Mosli M. Extraintestinal manifestations of inflammatory bowel disease in middle Eastern patients. *J Epidemiol Glob Health*. 2020; 10(4): 298-303. <https://doi.org/10.2991/jegh.k.200330.001>
- (7) Agrawal M, Allin KH, Petralia F, Colombel JF, Jess T. Multiomics to elucidate inflammatory bowel disease risk factors and pathways. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2022; 19: 399-409. <https://doi.org/10.1038/s41575-022-00593-y>
- (8) Rodrigues BL, Mazzaro MC, Nagasako CK, Ayrisono MLS, Fagundes JJ, Leal RF. Assessment of disease activity in inflammatory bowel diseases: Non-invasive biomarkers and endoscopic scores. *World J Gastrointest Endosc*. 2020; 12(12): 504-520. <https://doi.org/10.4253/wjge.v12.i12.504>
- (9) Tontini GE, Vecchi M, Pastorelli L, Neurath MF, Neumann H. Differential diagnosis in inflammatory bowel disease colitis: State of the art and future perspectives. *World J Gastroenterol*. 2015; 21(1): 21-46. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i1.21>
- (10) Yesli K, Ruscher R, Hunter L, Daly NL, Loukas A, Wangchuk P. Revisiting inflammatory bowel disease: Pathology, treatments, challenges and emerging therapeutics including drug leads from natural products. *J Clin Med*. 2020; 9(5): 1273. <https://doi.org/10.3390/jcm9051273>
- (11) Disli M, Yesilada E. Herbal medicinal products in Turkey (Standardization, production and adulteration of herbal products in Turkey). *J Biotechnol and Strategic Health Res*. 2019; 3(Special issue): 13-21. <https://doi.org/10.34084/bshr.545498>
- (12) Uzun MB, Aykac G, Ozelikay G. Improper use and harms of herbal products. *Mersin University Faculty of Medicine Lokman Hekim Journal of Medical History and Folkloric Medicine*. 2014; 4(3): 1-5. [https://www.researchgate.net/publication/365183605\\_BITKISEL\\_URUNLERIN\\_YANLIS\\_KULLANIMI\\_VE\\_ZARARLARI\\_Improper\\_Use\\_and\\_Harms\\_of\\_Herbal\\_Products](https://www.researchgate.net/publication/365183605_BITKISEL_URUNLERIN_YANLIS_KULLANIMI_VE_ZARARLARI_Improper_Use_and_Harms_of_Herbal_Products)
- (13) Cheifetz AS, Gianotti R, Lubner R et al. Complementary and alternative medicines used by patients with inflammatory bowel diseases. *Gastroenterology* 2017; 152: 415-429. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2016.10.004>
- (14) Hung A, Kang N, Bollom A, et al. Complementary and alternative medicine use is prevalent among patients with gastrointestinal diseases. *Dig Dis Sci*. 2015; 60: 1883-1888. <https://doi.org/10.1007/s10620-014-3498-3>
- (15) Bitbol V, Lahmek P, Buisson A, et al. Impact of complementary and alternative medicine on the quality of life in inflammatory bowel disease: Results from a French national survey. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2014; 26: 288-294. <https://doi.org/10.1097/meg.0000000000000040>
- (16) Picardo S, Altuwajiri M, Devlin SM, Seow CH. Complementary and alternative medications in the management of inflammatory bowel disease. *Therap Adv Gastroenterol*. 2020; 13: 1756284820927550. <https://doi.org/10.1177/1756284820927550>
- (17) Lin SC, Cheifetz AS. The use of complementary and alternative medicine in patients with inflammatory bowel disease. *Gastroenterol Hepatol (N Y)*. 2018; 14(7): 415-425. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6111500/>
- (18) Minhas HJ, Papamichael K, Cheifetz AS, Gianotti RJ. A primer on common supplements and dietary measures used by patients with inflammatory bowel disease. *Ther Adv Chronic Dis*. 2023; 14: 20406223231182367. <https://doi.org/10.1177/20406223231182367>

- (19) Tezcan S, Butur M. Evaluation of the attitudes and practices of patients regarding the use of herbal products. *J. Fac. Pharm. Ankara*. 2022; 46(3): 817-826. <https://doi.org/10.33483/jfpau.1122581>
- (20) Tulunay M, Aypak C, Yikilkan H, Gorpelioglu S. Herbal medicine use among patients with chronic diseases. *J Intercult Ethnopharmacol*. 2015; 4(3): 217-220. <https://doi.org/10.5455/jice.20150623090040>
- (21) Mbizo J, Okafor A, Sutton MA, Leyva B, Stone LM, Olaku O. Complementary and alternative medicine use among persons with multiple chronic conditions: Results from the 2012 National Health Interview Survey. *BMC Complement Altern Med*. 2018; 18(1): 281. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2342-2>
- (22) Peltzer K, Pengpid S. The use of herbal medicines among chronic disease patients in Thailand: A cross-sectional survey. *J Multidiscip Healthc*. 2019; 12: 573-582. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S212953>
- (23) Lucenteforte E, Gallo E, Pugi A, Giommoni F, Paoletti A, Vietri M et al. Complementary and alternative drugs use among preoperative patients: a cross-sectional study in Italy. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2012; 2012: 527238. <https://doi.org/10.1155/2012/527238>
- (24) Dursun Sİ, Vural B, Keskin B, Kaçar HK, Beyhan A, Kadioğlu H. The relationship between traditional/complementary medical attitude and health literacy and health perception in adults. *Journal of Public Health Nursing*. 2019; 1(1): 1-10.
- (25) Haliloglu B, Isguven P, Yıldız M, Arslanoglu İ, Erguven M. Complementary and alternative medicine in children with type 1 diabetes mellitus. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2011; 3(3): 139-143. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.v3i3.27>
- (26) Bauer, N.; Kairey, L.; Schlee, C.; Uecker, C.; Oznur, O.; Langhorst, J. Use of complementary and alternative medicine (CAM) in patients with inflammatory bowel disease (IBD): Results from a German nationwide survey of 2019 compared to a previous survey of 2002. *Scand. J. Gastroenterol*. 2022; 57: 1209-1215. <https://doi.org/10.1080/00365521.2022.2078667>
- (27) Lakatos, PL, Czegledi Z, David G, Kispal Z, Kiss LS, Palatka K, Kristof T, Nagy F, Salamon A, Demeter P et al. Association of adherence to therapy and complementary and alternative medicine use with demographic factors and disease phenotype in patients with inflammatory bowel disease. *J Crohns Colitis*. 2010; 4: 283-290. <https://doi.org/10.1016/j.crohns.2009.11.011>
- (28) Oxelmark L, Lindberg A, Lofberg R, Sternby B, Eriksson A, Almer S, Befrits R, Fossum B, Karlén P, Brostrom O et al. Use of complementary and alternative medicine in Swedish patients with inflammatory bowel disease: A controlled study. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2016; 28: 1320-1328. <https://doi.org/10.1097/meg.0000000000000710>
- (29) Opheim R, Bernklev T, Fagermoen MS, Cvancarova M, Moum B. Use of complementary and alternative medicine in patients with inflammatory bowel disease: Results of a cross-sectional study in Norway. *Scand. J. Gastroenterol*. 2012; 47: 1436-1447. <https://doi.org/10.3109/00365521.2012.725092>
- (30) Park DI, Cha JM, Kim HS, Park HJ, Shin JE, Hong SN, Hong SS, Kim WJ. Predictive factors of complementary and alternative medicine use for patients with inflammatory bowel disease in Korea. *Complement Ther Med*. 2014; 22: 87-93. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2013.12.001>
- (31) Tassew WC, Assefa GW, Zeleke AM, Ferede YA. Prevalence and associated factors of herbal medicine use among patients living with chronic disease in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Metabolism Open*. 2024; 21: 100280. <https://doi.org/10.1016/j.metop.2024.100280>
- (32) Barlin D, Ercan A. Conditions of use of food and vegetable products in the adults having digestive system problems. *The Turkish Journal of Academic Gastroenterology*. 2019; 19(1): 31-37. <https://doi.org/10.17941/agd.708506>
- (33) Ongan D. Habit of using herbal products of adults living in Kayseri. *JHS*. 2018; 27(2): 125-131. <https://dergipark.org.tr/en/pub/eujhs/article/553254>
- (34) Ozcelik G, Toprak D. Why is phytotherapy preferred? *Ankara Medical Journal*. 2015; 15(2). <https://doi.org/10.17098/amj.05190>
- (35) Nur N. Knowledge and behaviours related to herbal remedies: A cross-sectional epidemiological study in adults in Middle Anatolia, Turkey. *Health Soc Care Community*. 2010; 18(4): 389-395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2524.2010.00911.x>
- (36) Hacıhasanoğlu Asilar R, Arıkan Hacıhasanoğlu S, Yıldırım A, Şahin, H. Tip 2 Determination of herbal complementary health approach uses in type 2 diabetes mellitus patients: a cross-sectional study. *TJFMPC*. 2023; 17(1): 10-21. <https://doi.org/10.21763/tjfmpe.1169238>
- (37) Solak Y, Kaya E, Yoldascan B. Knowledge and attitudes of those applying to a family health center regarding herbal products and herbal treatments. *Firat Medical Journal*. 2020; 25(4): 213-218.
- (38) Kav T. Use of complementary and alternative medicine: A survey in Turkish gastroenterology patients. *BMC Complement Altern Med*. 2009; 9(41): 41-50. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-9-41>
- (39) Nordeng H, Havnen GC. Use of herbal drugs in pregnancy: A survey among 400 Norwegian women. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*. 2004; 13(6): 371-380. <https://doi.org/10.1002/pds.945>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Cumplimiento de los requerimientos nutricionales en niños entre 6 y 12 meses de edad según consumo de leche de vaca o fórmula en Argentina: Estudio transversal

► Compliance with Nutritional Requirements in Children Between 6 and 12 Months of Age According to Consumption of Cow's Milk or Formula in Argentina: A Cross-Sectional Study

Sergio Britos<sup>a,\*</sup>, Catalina Daniela Igual<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Centro de Estudios sobre Políticas y Economía de la Alimentación (CEPEA), Buenos Aires, Argentina; Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Buenos Aires, Argentina.

<sup>b</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de Entre Ríos (ICTAER), Facultad de Bromatología, Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), Gualeguaychú, Argentina; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

\*[sergioabritos@uca.edu.ar](mailto:sergioabritos@uca.edu.ar)

Editor Asignado: Laura Álvarez Álvarez, Universidad de León, León, España.

Recibido: 10/12/2024; Aceptado: 01/03/2025; Publicado: 28/04/2025

#### PALABRAS CLAVE

Lactancia materna  
Fórmulas infantiles  
Deficiencia de minerales  
Necesidades nutricionales

#### RESUMEN

**Introducción:** El primer año es un momento trascendente en el ciclo de vida. La nutrición, la lactancia materna y el componente lácteo en la dieta son fundamentales para prevenir excesos y deficiencias nutricionales. El objetivo principal fue evaluar la medida en que puede mejorarse la ingesta de nutrientes y la adecuación nutricional luego de reemplazar cualquier componente lácteo diferente a la leche humana por fórmula de seguimiento.

**Metodología:** Estudio observacional, descriptivo, transversal basado en datos secundarios de la 2da Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. La población analizada fueron 1850 niños entre 6 y 12 meses. Se caracterizó su patrón lácteo y se determinó la adecuación nutricional (ingesta versus requerimiento medio estimado) de 7 minerales y vitaminas (además de proteínas) antes (datos basales originales de la Encuesta) y después de reemplazar de manera teórica cualquier consumo de leche de vaca por cantidad equivalente de fórmula de seguimiento. Se aplicaron pruebas estadísticas para muestras relacionadas: prueba paramétrica T-Student y no paramétrica de Wilcoxon.

**Resultados:** El 38% de los niños consumía leche de vaca, de los cuales el 39,5% lo hacía de manera exclusiva. Ácidos grasos omega 3 y hierro fueron los nutrientes más deficitarios, seguidos de zinc y vitamina D, mientras que la ingesta de proteínas duplicaba su requerimiento en el 57% de los niños. En todos los nutrientes la prueba t mostró diferencia significativa bilateral; también la prueba de Wilcoxon (con valores de p tendiente a cero). Los cambios fueron significativos en cada nutriente considerado ya sea como aumento (micronutrientes) o como reducción de ingesta (proteínas).

**Conclusiones:** El reemplazo del consumo de leche de vaca por fórmula de seguimiento resulta en una disminución significativa de las deficiencias de nutrientes esenciales y del exceso de proteínas en la dieta de niños de entre 6 y 12 meses de edad, especialmente en aquellos cuyo consumo exclusivo es de leche de vaca.

**Financiación:** Subsidio de investigación en Nutrición Infantil por la empresa Nutricia- Bagó.

## KEYWORDS

Breastfeeding  
 Infant formula  
 Mineral deficiency  
 Nutritional needs

## ABSTRACT

**Introduction:** The first year is a crucial moment in the lifecycle. Nutrition, breastfeeding, and the dairy component of the diet play a fundamental role in preventing nutritional excesses and deficiencies. The main objective was to evaluate the extent of improvement on nutrient intake and adequacy after replacing any dairy component other than human milk with follow-up formula.

**Methodology:** Observational, descriptive, cross-sectional study based on secondary data from the 2nd National Nutrition and Health Survey. The population involved was 1,850 children between 6 and 12 months. Their dairy pattern was characterized, and nutrient adequacy was determined (intake versus estimated mean requirement) for 7 minerals and vitamins (in addition to proteins) before (original baseline data from the Survey) and after theoretically replacing any consumption of cow's milk with an equivalent amount of follow-up formula. Statistical tests for related samples were applied: parametric T-Student and nonparametric Wilcoxon tests.

**Results:** 38% of children consume cow's milk (39.5% of them exclusively). Omega3 fatty acids and iron are the most deficient nutrients, followed by zinc and vitamin D. In the case of proteins, the intake doubles its requirement in 57% of children. In all nutrients, the ttest showed a significant bilateral difference, as did the Wilcoxon one (with p values tending to zero). The changes were significant in each nutrient considered either as an increase (micronutrients) or as a reduction in intake (proteins).

**Conclusions:** After replacing cow's milk consumption with follow-up formula, deficiencies of essential nutrients and excess protein in the diet of children between 6 and 12 months of age decrease significantly, especially in children who only consume cow's milk.

**Funding:** Research grant in Child Nutrition awarded by the company Nutricia-Bagó.

## MENSAJES CLAVE

1. Más de la mitad de los menores de 6 meses no cumple con su lactancia materna exclusividad, combinándola con diferentes alimentos, entre ellos leche de vaca.
2. Las principales inadecuaciones en niños entre 6 y 12 meses son los déficits de hierro y ácidos grasos omega 3 y el exceso de proteínas. Entre quienes consumen solo leche de vaca se suma la vitamina D como nutriente deficitario.
3. El reemplazo de cualquier forma de leche de vaca consumida por niños entre 6 y 12 meses por una cantidad equivalente de fórmula de seguimiento reduce de manera significativa las inadecuaciones de nutrientes.
4. Es clave la Educación Alimentaria para promover la lactancia materna y solo en casos indispensables- aconsejar el consumo de fórmula de seguimiento y no leche de vaca antes del año, junto con una alimentación complementaria diversa y de buena calidad.

## CITA

Britos S, Igual CD. Cumplimiento de los requerimientos nutricionales en niños entre 6 y 12 meses de edad según consumo de leche de vaca o fórmula en Argentina: Estudio transversal. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2369. doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2369>

## INTRODUCCIÓN

El primer año es un momento trascendente del ciclo de vida. Como parte de los 1000 días comprendidos desde la concepción hasta los 2 años, es un período estratégico en la salud infantil<sup>1</sup>.

La lactancia materna (LM) es la práctica universalmente recomendada para iniciar la alimentación de los niños. La composición de leche humana (LH) contribuye a un óptimo ritmo de crecimiento y desarrollo, conformación del sistema inmune y prevención de enfermedades, además de reforzar el vínculo entre madres y niños y constituir además el alimento más económico<sup>2</sup>.

La LM debe ser exclusiva hasta los 6 meses y mantenerse hasta los 2 años. A partir del sexto mes se recomienda iniciar la alimentación complementaria en forma oportuna (ACO)<sup>3,4</sup> para complementar los requerimientos de nutrientes que la LM ya no satisface. Además de su función nutricional, la ACO es una estrategia clave para el proceso de conformación del patrón alimentario. Tanto la LM como una ACO de calidad constituyen la base de una adecuada nutrición en esta etapa de altos requerimientos.

La segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNySII) realizada en 2018-2019 informa que 96,9% de los niños inician la LM. Sin embargo, su práctica exclusiva (LME) solo alcanza al 44,7% de los menores de 6 meses. Solo el 10,7% de los menores de 2 años no recibía LM al momento de la encuesta<sup>5</sup>.

El hecho de que más de la mitad de los niños no practiquen LME antes de los 6 meses refleja que existe una combinación de LM con diferentes alimentos, entre ellos distintas formas de leche.

En las muy pocas circunstancias clínicas que determinen la discontinuidad de la LM, la Guía de Práctica Clínica para Alimentación Complementaria recomienda la utilización de fórmula de seguimiento en niños entre 6 y 12 meses<sup>6</sup>. Como tercera opción se indica el consumo de leche de vaca (LV).

La recomendación de postergar la introducción de LV en niños menores de 12 meses se basa por un lado en su perfil nutricional pobre en hierro (excepto en leches fortificadas) y en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (en particular su marginal contenido de DHA) y por el contrario una carga de proteínas y sodio que exceden los requerimientos de niños en esa edad<sup>7</sup>.

Por otra parte, existe evidencia de que la LV es uno de los factores de riesgo de deficiencia de hierro en niños de 6 a 23 meses. Los mecanismos subyacentes, además del bajo contenido del mineral son el alto contenido de calcio y caseína que dificulta la absorción de hierro sumado a la pérdida intestinal de sangre oculta en una proporción de niños, aunque esto último disminuye progresivamente a lo largo del primer año de vida<sup>8</sup>.

La reciente Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre Alimentación Complementaria de lactantes y niños pequeños entre 6 y 23 meses de edad plantea que en niños entre 6 y 12 meses que no reciben lactancia materna, el uso de leche de origen animal puede ser una opción dado que las pérdidas de hierro probablemente no afecten su estado nutricional<sup>9</sup>. La Guía menciona a la LV y a las fórmulas como opciones aceptables

en niños que no reciben LM, y recomienda el uso de fórmulas cuando el entorno del hogar asegure condiciones específicas: agua segura, suficientes condiciones de limpieza en la preparación y disponibilidad suficiente de fórmula para asegurar las necesidades propias de un crecimiento y desarrollo normales). Además, reconoce la existencia de cierto acuerdo sobre los probables beneficios comparativos de las fórmulas infantiles por sobre las leches de origen animal.

En este contexto, el objetivo principal de la investigación fue evaluar la medida (de manera teórica -modelizada-) en que puede mejorarse la ingesta de nutrientes y la adecuación a las recomendaciones si se reemplaza cualquier componente lácteo diferente a la LM por fórmula de seguimiento. Para ello se recurrió a una metodología - modelización- con algunas semejanzas a las reportadas por otros autores previamente<sup>10,11,12</sup>.

## METODOLOGÍA

Estudio observacional, descriptivo, transversal basado en datos secundarios de la 2da Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS II, 2018/19). Se extrajeron los campos de las variables LM, incorporación de leches y otros alimentos y bebidas y los consumos registrados por Recordatorio de 24 h (R24). La población analizada fueron 1850 niños entre 6 y 12 meses<sup>5</sup>.

El patrón de LM y consumo de otras leches y fórmulas se reconstruyó a partir de los datos del R24. Se utilizó la tabla de composición de alimentos elaborada ad-hoc por la ENNyS II para transformar los consumos reportados por el R24 en ingesta de energía y nutrientes.

La variable adecuación nutricional se calculó como razón entre las ingestas y los valores de referencia según el Instituto de Medicina de Estados Unidos (IOM). Se utilizaron los valores de requerimiento de energía y los requerimientos medios estimados (EAR por sus siglas en inglés) como punto de corte para calcular las adecuaciones. Para esta variable se construyeron dos indicadores: adecuación promedio (en la muestra de niños) y proporción de niños que no alcanzaba el valor de EAR. Ambos indicadores se calcularon dos veces: antes (basales ENNyS II) y después de escenarios de modelización. También se determinaron las medias y desvíos estándar de ingestas para energía, proteínas y los demás nutrientes mencionados.

Las dos modelizaciones fueron:

**Escenario 1:** en todos los niños se reemplazó el consumo registrado de cualquier forma de LV por una cantidad equivalente de fórmula de seguimiento.

**Escenario 2:** mismo procedimiento, pero en los casos de niños con ingesta de energía inferior a su requerimiento la cantidad del reemplazo simulado fue el necesario para alcanzar la adecuación de energía.

Los mismos indicadores y escenarios fueron calculados en la submuestra de niños que consumían solo LV sin otro componente lácteo (285 niños).

Se aplicaron dos pruebas estadísticas para muestras relacionadas: la prueba paramétrica T-Student y la no paramétrica de Wilcoxon

## RESULTADOS

La **Tabla 1** describe el patrón de lactancia y su combinación entre distintos componentes lácteos, para niños de 6 a 9 meses (8 meses y 30 días) y de 9 a 12 (11 meses y 30 días).

El consumo de fórmulas no supera el 24,5% como máximo (6 a 9 meses) mientras que la leche de vaca, en diferentes presentaciones alcanza al 38% de los niños, de los cuales 15% la consume en forma exclusiva (19,5% en el subgrupo de 9 a 12 meses).

La **Tabla 2** presenta la situación inicial, según la ENNyS II de ingesta y adecuación al requerimiento medio estimado. Ácidos grasos omega 3 y hierro presentan ingestas inferiores al requerimiento, mientras que proteínas -entre los macronutrientes- lo superan. En la submuestra de consumidores exclusivos de LV se agrega como insuficiente la vitamina D.

En la **Tabla 3** se presentan los resultados de los análisis tras reemplazar los consumos de leche de vaca por fórmula de seguimiento, tanto en la muestra general como en el escenario 1. Los resultados se centran en los nutrientes más comprometidos, ya sea por exceso o insuficiencia.

En la muestra general, las adecuaciones de ácidos grasos omega 3 y hierro mejoran ligeramente, superando el 100%. En los consumidores exclusivos de LV, todos los nutrientes comprometidos por déficit superan el 100% de adecuación.

En el caso de las proteínas, la disminución del exceso es significativamente mayor en los consumidores exclusivos de LV (30% frente a 11%). Sin embargo, incluso después del reemplazo de LV por fórmula, la adecuación de proteínas continúa reflejando valores muy elevados.

**Tabla 1.** Patrón lácteo en niños entre 6 y 12 meses

	Total general (%)	6 a 9 meses (%)	9 a 12 meses (%)
Iniciaron LM	95	96	94
Continúan LM (día anterior)	71	76	66
Solo LM	38	41	35
LM + LV	22	21	23
LM + fórmulas	10	13	6,5
LM + LV y fórmulas	1	1	1
Solo LV	15	11	19,5
Solo fórmulas	10,5	10,5	11

\*Porcentajes (%) de niños según diferentes consumos del componente lácteo de la dieta

Las **figuras 1 y 2** muestran los porcentajes de niños que no alcanzan ingestas superiores al requerimiento medio estimado. La **figura 1**, correspondiente a la muestra general, describe los resultados en los dos escenarios, comparándolos con la situación previa al reemplazo de leche de vaca (LV). Por su parte, la **figura 2**, enfocada en los consumidores exclusivos de LV, presenta únicamente el escenario 1. En todos los nutrientes, los porcentajes de niños con ingestas insuficientes disminuyen en comparación con las ingestas iniciales. Esta disminución es mayor en la submuestra de consumidores exclusivos de LV. Las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

La **Tabla 4** presenta los resultados de los test estadísticos sobre cambios en la ingesta de nutrientes en el escenario 1. En todos los nutrientes la prueba t mostró diferencia significativa bilateral entre las instancias, de igual manera que la prueba de Wilcoxon (con valores de p tendiente a cero). Al haber concordancia entre las

**Tabla 2.** Ingestas de energía y nutrientes y adecuación a los requerimientos medios en la muestra general y en los niños que consumen solo LV.

	Muestra general		Submuestra solo LV	
	Ingesta (Desviación estándar)	Adecuación al requerimiento medio (%)	Ingesta (Desviación estándar)	Adecuación al requerimiento medio (%)
Energía (kcal)	811 (250)	113	950 (330)	134
Proteínas (g)	26,9 (14,1)	244	41,8 (17,8)	380
Ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (g)	0,4 (0,2)	81	0,4 (0,27)	80
Calcio (mg)	576 (344)	192	1016 (473)	338
Hierro (mg)	5,9 (4,4)	85	6,3 (4,9)	91
Zinc (mg)	4,5 (2,6)	179	6,3 (3,4)	252
Vitamina A (ug RE)	719 (295)	378	783 (727)	412
Vitamina B9 (ug)	120,8 (68,3)	185	123,7 (66,4)	190
Vitamina D (ug)	14,2 (5,7)	189	4,9 (4,5)	65

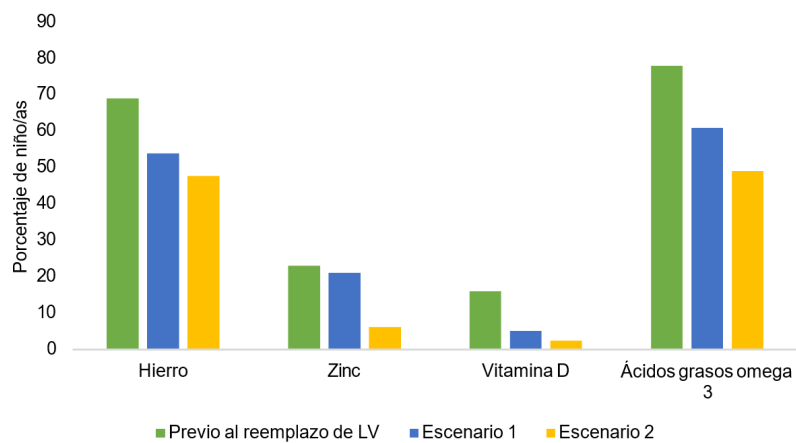
Valores promedio y (desvío estándar) en niños de ambas muestras

**Tabla 3.** Ingestas de proteínas y nutrientes deficitarios y adecuación a los requerimientos medios (en la muestra general y en los niños que consumen solo LV -después del reemplazo de LV-)

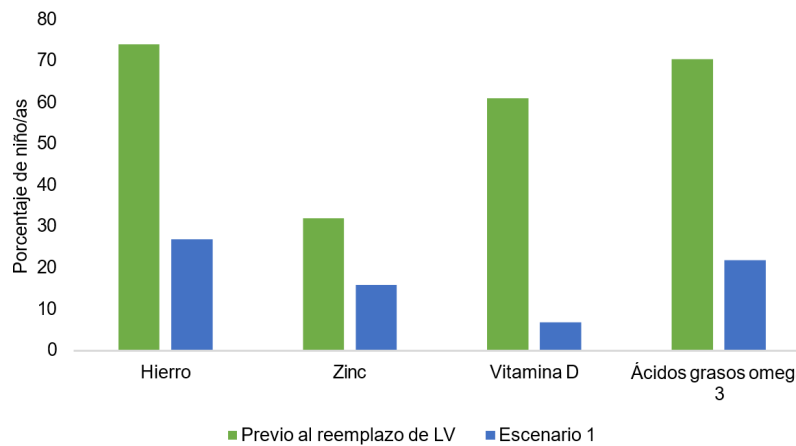
	Muestra general		Submuestra solo LV	
	Ingesta (Desviación estándar)	Adecuación al requerimiento medio (%)	Ingesta (Desviación estándar)	Adecuación al requerimiento medio (%)
Proteínas (g)	23,8 (14,3)	216	29,2 (14,3)	265
Ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (g)	0,55 (0,36)	105,3	0,9 (0,4)	180
Hierro (mg)	7,5 (5,6)	108	12,9 (5,4)	186
Zinc (mg)	4,7 (3)	189	7,3 (3,2)	292
Vitamina D (ug)	16,4 (5,1)	219	13,2 (6,9)	176

Valores promedio y (desvío estándar) en niños de ambas muestras

**Figura 1.** Porcentaje de niños (muestra general) que no alcanzan el requerimiento de hierro, zinc, vitamina D y ácidos grasos omega 3 antes y después del reemplazo de LV



**Figura 2.** Porcentaje de niños (submuestra consumidores solo LV) que no alcanzan el requerimiento de hierro, zinc, vitamina D y ácidos grasos omega 3 antes y después del reemplazo de LV



pruebas se considera que existió un cambio significativo en cada nutriente (Tabla 4).

El caso de las proteínas es inverso a los demás nutrientes. El porcentaje de niños cuyas ingestas duplican (o más) los requerimientos alcanza a 57% de los niños la muestra general y en ambos escenarios el porcentaje desciende a 49%. En la submuestra de consumidores exclusivos de LV ambos porcentajes (inicial y post reemplazo) son superiores: el cambio de LV por fórmula generaría una disminución (de quienes duplican o más los requerimientos) de 92% a 67%.

**Tabla 4.** Análisis estadísticos del cambio en la ingesta de nutrientes según el escenario 1.

Nutriente	Cambio en ingesta	Pruebat	Wilcoxon
Hierro (mg)	Aumento 1.58(±3.6)	p=0,00 (1.17x10 <sup>72</sup> )	p=0,00 (1.53x10 <sup>104</sup> )
Zinc (mg)	Aumento 0.23(±1.15)	p=0,00 (6.10x10 <sup>18</sup> )	P=0,00 (4.19x10 <sup>59</sup> )
Ácidos grasos omega 3 (g)	Aumento 0.11(±0.23)	p=0,00 (1.40x10 <sup>88</sup> )	p=0,00 (2.56x10 <sup>168</sup> )
Vitamina D (ug)	Aumento 2.17(±4.12)	p=0,00 (7.88x10 <sup>101</sup> )	p=0,00 (2.65x10 <sup>168</sup> )
Proteínas (g)	Disminución 3.07(±5.91)	p=0,00 (2.11x10 <sup>96</sup> )	p=0,00 (1.06x10 <sup>113</sup> )

## DISCUSIÓN

Esta investigación, basada en datos de consumo de alimentos en niños entre 6 y 12 meses de edad originados de la última Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, presenta probable evidencia sobre la mejoría potencial de la ingesta de nutrientes esenciales tras reemplazar el consumo de leche de vaca por fórmula de seguimiento. En particular en la población de niños que -luego de abandonar la práctica de LM- son consumidores exclusivos de esta última.

La mejora nutricional más destacada ocurriría en Vitamina D, hierro y ácidos grasos Omega 3. En todos los casos el impacto potencial es mayor en los niños que consumen exclusivamente leche de vaca, que representan un 15% del total de niños.

Las deficiencias de estos nutrientes comprometen funciones vinculadas a la salud ósea, inmunidad, resistencia a la insulina, desarrollo cerebral, sistema visual y cognitivo<sup>13,14,15</sup>.

En el caso del hierro, los resultados expuestos son consistentes con Ehrlich et al, quienes plantean (evidencia de certeza baja) que suministrar a niños/as entre 6 y 11 meses leche de vaca y no fórmula, parece aumentar el riesgo de anemia y la disminución de la hemoglobina y la ferritina en sangre<sup>16</sup>. En el caso de proteínas, el reemplazo de leche de vaca por fórmulas de seguimiento disminuye el porcentaje de niños con excesos significativos (superiores a 100% del requerimiento).

Con la excepción de Vitamina D, en el resto de los nutrientes deficitarios, luego del escenario 1 de reemplazo persisten inadecuaciones en la ingesta en más del 15% de los niños (entre 21% y 61% dependiendo de los nutrientes). En Vitamina D la inadecuación por déficit disminuye a menos de 10% de los niños. No obstante, debe considerarse que más del 80% de su ingesta se origina en la leche humana, cuya composición ha sido estimada de manera uniforme por la ENNyS II y es sabido que el contenido en leche humana es variable dependiendo del estado nutricional de la madre en esa vitamina. Según Mansur<sup>17</sup>, madres con deficiencia de Vitamina D producen leche con baja actividad antirraquítica y sus bebés también serán deficitarios a menos que sean suplementados, consuman fórmula infantil o sean adecuadamente expuestos al sol. Los resultados hallados por nuestra investigación implican que aún cuando la utilización de fórmulas de seguimiento y no leche de vaca (como recomiendan las GPCAC)<sup>6</sup> actúa como una intervención oportuna en los niños que por diferentes razones disminuyen o no continúan con la LM, las brechas en la ingesta de nutrientes son amplias y requieren múltiples acciones complementarias.

La primera y más importante es continuar la promoción activa de la exclusividad de la LM en los primeros 6 meses y sostener la luego junto con una alimentación complementaria adecuada y oportuna. Además de los beneficios nutricionales, inmunológicos, emocionales y económicos de su práctica, evita la incorporación temprana de otras formas de leche, líquidos o alimentos que aumenten el riesgo de dietas de baja calidad nutricional e inadecuaciones en nutrientes<sup>18</sup>.

Los resultados publicados de la ENNyS II referidos a la edad promedio de incorporación de alimentos informan una tardía incorporación de aquellos que son fuente de hierro hemínico y zinc y de los que podrían aportar alguna proporción de la ingesta recomendada de vitamina D o ácidos grasos poliinsaturados omega 3. Por el contrario, la edad promedio de incorporación de leches diferentes a la humana es precoz (4,1 meses) y la de mayor frecuencia y cantidad es la leche de vaca<sup>19</sup>.

El componente lácteo en el 38% de los niños entre 6 y 12 meses está compuesto por LM y leche de vaca (de ellos, un 40% solo leche de vaca). Entre los 6 y 9 meses los niños incorporan frutas, verduras, yogur, pollo, carne vacuna, huevo e hígado (alimentos de buena calidad nutricional) pero también cereales refinados, pan, galletitas saladas, dulces, grasas y dulces. Solo después del 9no mes se incorporan a la dieta otros dos alimentos de alta densidad de nutrientes como legumbres y pescado<sup>19</sup>.

Estos niños que combinan LM y leche de vaca -en particular los consumidores exclusivos de LV- representan un grupo de especial riesgo de inadecuaciones dietéticas como consecuencia de las brechas de nutrientes de la leche de vaca (en especial si no es fortificada) y la baja densidad nutricional de varios de los alimentos que se incorporan progresivamente a la dieta. La incorporación temprana de alimentos de pobre calidad nutricional también fue recientemente documentada por los resultados hallados por UNICEF y CESNI<sup>20</sup> en un relevamiento realizado en una muestra de

1002 niños menores de 24 meses residentes en las seis regiones de Argentina.

Además de las inadecuaciones por déficit, se halló que el exceso de proteínas es muy amplio en niños entre 6 y 12 meses. Los alimentos con base en harina de trigo muy refinada son la segunda fuente proteica luego de la leche de vaca, aportando entre ambos casi el 40% de la ingesta total<sup>5</sup>.

De este modo, una segunda intervención importante en el segundo semestre es la Educación Alimentaria y Nutricional a familias y equipos de salud con la finalidad de adecuar el perfil de la ACO a las recomendaciones de las GPCAC. Las estrategias de Educación Alimentaria y Nutricional para favorecer una alimentación adecuada deben ser suficientemente perceptivas de los diferentes escenarios -socioculturales, de disponibilidad y asequibilidad- a los que se enfrentan las familias<sup>21</sup>.

Finalmente, una tercera intervención debería considerar el rol que deben tener las fórmulas de seguimiento en la alimentación de niños entre 6 y 12 meses, de forma muy particular aquellos que abandonan la práctica de LM y pasan a consumir solamente leche de vaca. Un segundo grupo es el de aquellos niños que reciben lactancia mixta con LM y leche de vaca, pero con preponderancia (más de 50%) de esta última: representan un 8% más de niños (que se suman al 15% de los consumidores exclusivos de leche de vaca). En síntesis, casi una cuarta parte de los niños entre 6 y 12 meses son los más expuestos -por la proporción de leche de vaca en su componente lácteo- a las inadecuaciones descritas y en quienes más beneficio implicaría el reemplazo de leche de vaca por fórmula de seguimiento.

Un estudio de Eussen et al en niños mayores -entre 12 y 24 meses- también concluyó que el uso de fórmulas infantiles en reemplazo de leche de vaca puede mejorar la adecuación de nutrientes. En el caso de niños menores de 1 año -a diferencia del año posterior- ese reemplazo es más pertinente dada la recomendación de retrasar la incorporación de leche de vaca antes de los 12 meses<sup>10</sup>. Becerra Bulla et al también considera efectiva la promoción de una alimentación complementaria adecuada, que incluya alimentos naturales inocuos y disponibles regionalmente<sup>22</sup>.

Recientemente (2022) se institucionalizó en la Argentina -en reemplazo al suministro tradicional de leche de vaca fortificada con hierro y zinc- una transferencia monetaria- "complemento alimentario 1000 días"- con destino a la compra de alimentos saludables para niños menores de 3 años. Es importante que existan acciones visibles de acompañamiento a las familias y control que favorezcan que la transferencia (actualmente equivalente a U\$S 33 mensuales) efectivamente se destine a alimentos apropiados a las deficiencias descritas en el caso de niños entre 6 y 12 meses. La propia Ley de los 1000 días (Ley 27611 "de atención y cuidado integral de la salud integral durante el embarazo y la primera infancia") contempla la prescripción por parte del equipo de salud de fórmulas para niños que no accedan a la LM, luego de realizar una serie de procedimientos administrativo-burocráticos.

La principal fortaleza de esta investigación radica en el análisis de datos aún no consolidados y difundidos del estudio ENNyS II para describir las principales deficiencias dietéticas de niños entre 6 y 12 meses y el modelado del componente lácteo de su dieta con la finalidad de analizar más detenidamente las principales inadecuaciones alimentarias a las que se exponen los niños en un momento especialmente vulnerable en términos nutricionales.

Las principales limitaciones son el tiempo transcurrido (seis años) desde la realización de la ENNyS II, que a la vez se corresponde con años de un profundo deterioro socioeconómico que afectó muy especialmente a familias con niños y el esquema de modelización que solo consistió en el reemplazo directo de leche de vaca por fórmula de seguimiento sin contemplar escenarios de simulación más complejos y dinámicos que podrían derivarse de reemplazar leche por fórmula.

## CONCLUSIONES

La utilización de fórmula de seguimiento en reemplazo de leche de vaca en la alimentación de niños entre 6 y 12 meses, en particular en niños que han discontinuado la LM o consumen un componente lácteo con preponderancia de leche de vaca es una intervención que puede disminuir las inadecuaciones por déficit en hierro, vitamina D, ácidos grasos poliinsaturados y zinc y el exceso de proteínas.

La elección de la mejor fórmula debe considerar su perfil nutricional para evitar excesos en otros nutrientes críticos como por ejemplo los hidratos de carbono simples.

Intervenciones persuasivas de la exclusividad de la LM en los primeros seis meses, luego acompañada de una alimentación complementaria adecuada y oportuna; el acompañamiento a las familias a través de estrategias perceptivas de Educación Alimentaria y Nutricional y una cuidada estrategia de utilización de fórmula de seguimiento sin afectar la continuidad de la LM se proponen como una tríada de acciones que favorezcan una dieta de mejor calidad nutricional en el primer año de vida.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

SB: diseño del estudio; recolección de datos de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud; análisis estadístico e interpretación de resultados; redacción del manuscrito. CDI: recolección de datos de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud; redacción del manuscrito. Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito.

## FINANCIACIÓN

Subsidio de investigación en Nutrición Infantil por la empresa Nutricia-Bagó.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran la inexistencia de conflictos de interés al redactar el manuscrito. Todas las etapas metodológicas, de análisis e interpretación de resultados y redacción han sido realizadas por los autores sin intervención alguna de la empresa que lo financió.

## DISPONIBILIDAD DE DATOS

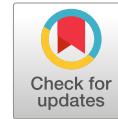
Ofrecimiento de datos bajo petición al autor de correspondencia.

## REFERENCIAS

- (1) Victora C, De Onis M, Hallal PC, et al. Worldwide timing of growth faltering: revisiting implications for interventions. *Pediatrics*. 2010;125(3):e473-e480. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-1519>
- (2) Victora CG, Bahl R, Barros AJD, et al. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *Lancet*. 2016;387(10017):475-490. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01024-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01024-7)
- (3) Kramer MS, Kakuma R. Optimal duration of exclusive breastfeeding. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;8:CD003517. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003517.pub2>
- (4) World Health Organization. Essential nutrition actions: improving maternal, newborn, infant and young child health and nutrition. Geneva: World Health Organization; 2013.
- (5) Ministerio de Salud de la Nación. Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS II). Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación; 2019.
- (6) Ministerio de Salud de la Nación. Guía de práctica clínica sobre alimentación complementaria para los niños y niñas menores de 2 años. Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación; 2021.
- (7) World Health Organization (WHO). Principios de orientación para la alimentación de niños no amamantados entre los 6 y los 24 meses de edad. Geneva: World Health Organization; 2005.
- (8) Graczykowska K, Kaczmarek J, Wilczyńska D, Łoś-Rycharska E, Krogulska A. The consequence of excessive consumption of cow's milk: protein-losing enteropathy with anasarca in the course of iron deficiency anemia—case reports and a literature review. *Nutrients*. 2021;13(3):828. <https://doi.org/10.3390/nu13030828>
- (9) World Health Organization (WHO). Guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age. Geneva: World Health Organization; 2023.
- (10) Eussen SR, Pean J, Olivier L, Delaere F, Lluich A. Theoretical impact of replacing whole cow's milk by young-child formula on nutrient intakes of UK young children: results of a simulation study. *Ann Nutr Metab*. 2015;67(4):247-256.
- (11) Sunardi D, Wibowo Y, Mak TN, Wang D. Micronutrient intake inadequacies in different types of milk consumers in Indonesian children 1–5 years: dietary modeling with young child milk improved nutrient intakes. *Front Nutr*. 2023;10:1169904.
- (12) Kehoe L, Walton J, McNulty BA, Nugent AP, Flynn A. Dietary strategies for achieving adequate vitamin D and iron intakes in young children in Ireland. *J Hum Nutr Diet*. 2017;30(4):405-416.
- (13) López-Sobaler AM, Larrosa M, Salas-González MD, Lorenzo-Mora AM, Loria-Kohen V, Aparicio A. Impacto de la vitamina D en la salud. Dificultades y estrategias para alcanzar las ingestas recomendadas. *Nutr Hosp*. 2022;39(spe3):30-34.
- (14) Alvarado CS, Yanac Avila R, Marron Veria E, Málaga Zenteno J, Adamkiewicz TV. Avances en el diagnóstico y tratamiento de deficiencia de hierro y anemia ferropénica. *An Fac Med*. 2022;83(1):65-69.
- (15) Puca D, Estay P, Valenzuela C, Muñoz Y. Efecto de la suplementación con omega-3 durante la gestación y la lactancia sobre la composición de ácidos grasos de la leche materna en los primeros meses de vida: una revisión narrativa. *Nutr Hosp*. 2021;38(4):848-856.
- (16) Ehrlich JM, Catania J, Zaman M, Smith ET, Smith A, Tsistinas O, Bhutta ZA, Imdad A. The Effect of Consumption of Animal Milk Compared to Infant Formula for Non-Breastfed/Mixed-Fed Infants 6–11 Months of Age: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2022;14(3):488. <https://doi.org/10.3390/nu14030488>
- (17) Mansur JL. Vitamina D en pediatría, embarazo y lactancia. *Arch Argent Pediatr*. 2018;116(4):286-290.
- (18) Vázquez-Frias R, Ladino L, Bagés-Mesa MC, Hernández-Rosiles V, Ochoa-Ortiz M, et al. Consenso de alimentación complementaria de la Sociedad Latinoamericana de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica: COCO 2023. *Rev Gastroenterol Mex*. 2023;88(1):57-70. <https://doi.org/10.1016/j.rgm.2022.11.001>
- (19) Ministerio de Salud de la Nación. Segundo Informe de Indicadores Priorizados. Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS II). Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación; 2022.
- (20) UNICEF Argentina, Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil. Prácticas de lactancia y alimentación complementaria en niños y niñas menores de 2 años de la Argentina. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: UNICEF y CESNI; 2024.
- (21) Blasi SN, Britos S, Carosella MV, Toniatti MN. Adecuación de la alimentación complementaria en diferentes escenarios de componente lácteo durante el primer año de vida. Actualización en Nutrición. 2024;25(2):57-70. <https://doi.org/10.48061/SAN.2024.25.2.57>
- (22) Becerra Bulla F, Poveda Espinosa E, Vargas Zarate M. El hierro en la alimentación complementaria del niño lactante: una revisión. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 2021;23(1):85-97. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v23n1a07>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Desarrollo y optimización de una papilla rica en nutrientes críticos, para niños de 12 a 23 meses de edad de la región del Nordeste Argentino, a partir de alimentos localmente disponibles

Development and optimization of a porridge rich in critical nutrients, for children from 12 to 23 months of age in the Northeast region of Argentina, using locally available foods

Verónica Lucía Mendoza<sup>a</sup>, Carola Noelia Riernersman<sup>a</sup> y Jessica Paula Spippa<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), Pres. Roque Sáenz Peña, Argentina.

<sup>b</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Pres. Roque Sáenz Peña, Argentina.

\*[jessicasipp@uncaus.edu.ar](mailto:jessicasipp@uncaus.edu.ar)

Editor Asignado: Joel Girón Hernández. Universidad de Northumbria, Reino Unido.

Recibido: 26/12/2024; Aceptado: 22/03/2025; Publicado: 18/05/2025

#### PALABRAS CLAVE

Alimento para lactantes

Nutrientes

Vitaminas

Minerales

#### RESUMEN

**Introducción:** En la región del Nordeste Argentino (NEA) los niños menores de 2 años presentan deficiencias de micronutrientes (principalmente calcio, hierro, vitaminas A y E), mientras que los alimentos complementarios comúnmente ofrecidos suelen tener una baja calidad nutricional y una textura inapropiada para la edad. Este estudio se enfocó en desarrollar un alimento complementario que garantice una densidad apropiada de dichos micronutrientes, lo cual es importante para satisfacer las necesidades de éstos en volúmenes adecuados, asegurando características texturales acordes para la edad, priorizando el uso de ingredientes locales y accesibles, destinado a niños de 12 a 23 meses en situación de vulnerabilidad nutricional.

**Metodología:** Se aplicó un diseño de mezclas mediante Minitab 18<sup>®</sup> para formular papillas empleando una base fija de espinaca, sésamo y aceite de girasol, e ingredientes variables como garbanzo, zanahoria y leche entera, con el fin de maximizar el aporte de calcio, hierro, vitaminas A y E. Se analizó la composición nutricional teórica, textura, apariencia, humedad y actividad de agua de las mezclas. Se valoró la densidad nutricional de las papillas y se optimizó la dureza en función de purés de referencia.

**Resultados:** El diseño arrojó 10 formulaciones, cuya densidad de nutrientes críticos fue superior al mínimo deseado. No hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los valores de humedad de la mayoría de las mezclas y los purés de referencia, sin embargo, la  $a_w$  fue mayor en todos los casos. La mezcla óptima quedó constituida por: espinaca 42,0 g; sésamo 16,0 g; aceite de girasol 2,0 g; garbanzo 43,4 g y leche entera 16,6 g, con una deseabilidad de 1 y una dureza pronosticada de 268,2 g.

**Conclusiones:** Fue posible formular papillas nutricional y texturalmente adecuadas para niños de 12 a 23 meses de la región NEA, utilizando ingredientes regionales, ampliando la oferta de alimentos saludables.

**Financiación:** Este estudio fue financiado mediante un Proyecto de I+D y una beca de investigación de grado, perteneciente a la Universidad Nacional del Chaco Austral.

## KEYWORDS

Infant Food  
Nutrients  
Vitamins  
Minerals

## ABSTRACT

**Introduction:** In the Northeast region of Argentina (NEA), children under 2 years of age have micronutrient deficiencies (mainly calcium, iron, and vitamins A and E), while the commonly offered complementary foods tend to have low nutritional quality and inappropriate texture for their age. This study focused on developing a complementary food that guarantees an appropriate density of these micronutrients, which is important to meet their needs in adequate volumes, ensuring textures appropriate for their age, using locally available foods, intended for children aged 12 to 23 months in a situation of nutritional vulnerability.

**Methodology:** A mixture design was applied using Minitab 18® to formulate porridges using a fixed base of spinach, sesame, and sunflower oil, and variable ingredients such as chickpea, carrot, and whole milk, to maximize the contribution of calcium, iron, vitamins A and E. The theoretical nutritional composition, texture, appearance, moisture, and water activity of the mixtures were analyzed. The nutritional density of the porridges was assessed, and the hardness was optimized based on reference purees.

**Results:** The design yielded 10 formulations, whose critical nutrient density was higher than the desired minimum. There were no significant differences ( $p > 0.05$ ) between the moisture values of most of the mixtures and the reference purees, however, the  $a_w$  was higher in all cases. The optimal mix consisted of spinach 42.0 g; sesame 16.0 g; sunflower oil 2.0 g; chickpea 43.4 g and whole milk 16.6 g, with a desirability of 1 and a predicted hardness of 268.2 g.

**Conclusions:** It was possible to formulate nutritionally and texturally adequate porridge for children aged 12 to 23 months in NEA region, using regional ingredients, and expanding the offer of healthy foods.

**Funding:** This study was funded by an I+D project and a research grant from the National University of Chaco Austral.

## MENSAJES CLAVE

1. En la región del Nordeste Argentino los niños menores de 2 años de edad presentan ingestas de vitamina A, D, E, hierro y calcio, inferiores a las recomendaciones.
2. Las cantidades de los ingredientes en la base fija de las 10 formulaciones optimizadas se determinaron maximizando el aporte de micronutrientes de cada materia prima utilizada, logrando cubrir la densidad nutricional mínima de los nutrientes críticos.
3. El análisis de textura de las papillas demostró un incremento en la dureza de la papilla al aumentar el contenido de garbanzo y disminuir el aporte de leche.
4. Al superponer gráficas de diseño de mezclas simplex-centroide y el gráfico de contorno, las formulaciones H e I se identificaron dentro de la región óptima y fueron seleccionadas por su similitud textural con las papillas patrón.

## CITA

Mendoza VL, Rierersman CN, Spipp JP. Development and optimization of a porridge rich in critical nutrients, for children from 12 to 23 months of age in the Northeast region of Argentina, using locally available foods. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2382.

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2382>

## INTRODUCCIÓN

La alimentación complementaria (AC) abarca entre los 6 y los 23 meses de edad, siendo una etapa crítica, donde la lactancia materna exclusiva no cubre todas las necesidades nutricionales, por lo que se deben introducir alimentos semisólidos y sólidos, para ayudar a prevenir malnutrición y enfermedades crónicas, favoreciendo el desarrollo físico e intelectual<sup>1</sup>. Una forma de garantizar un adecuado aporte de kilocalorías y nutrientes, es expresar los requerimientos en función de la densidad nutricional (mg-µg del nutriente cada 100 kcal del alimento), la cual contempla la capacidad gástrica del niño<sup>2</sup>.

Los alimentos complementarios deben ser nutritivos, proporcionando suficiente energía, proteínas y micronutrientes, con una baja concentración de antinutrientes, y una consistencia lo suficientemente espesa como para mantenerse en la cuchara<sup>3,4</sup>. En contraste, es común que se ofrezca a los niños alimentos de consistencia inadecuada y baja calidad nutricional. A la vez, están expuestos a alimentos comerciales, accesibles pero de bajo valor nutritivo, aumentando el riesgo de enfermedades crónicas en el futuro. Además, se recomienda utilizar alimentos locales en la formulación de opciones para AC, ya que facilita el acceso, especialmente en entornos vulnerables<sup>5</sup>.

A nivel global, la mitad de los lactantes entre los 6 y los 23 meses de edad no cumplen con la frecuencia mínima de comidas, y más del 70% carece de una dieta variada. En cuanto a nutrientes esenciales, muchos niños no consumen suficientes frutas, verduras, huevos, pescado y carne<sup>6</sup>.

En el contexto nacional, la ingesta de energía, hierro, calcio, vitaminas A y C, son inadecuadas con respecto a las recomendaciones<sup>7</sup>. Además, se evidenció una baja prevalencia de diversidad alimentaria mínima, lo que indica que los niños no consumen, como mínimo, 5 de los 8 grupos de alimentos recomendados<sup>8,9</sup>. Esto aumenta el riesgo de deficiencias de micronutrientes, lo que podría afectar su desarrollo físico y cognitivo a largo plazo.

De manera similar, en la región del NEA, los niños menores de 2 años de una localidad del interior de la provincia del Chaco, presentaron ingestas de vitaminas A, D, E, hierro y calcio significativamente menores a las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR)<sup>10</sup>.

Investigaciones anteriores han desarrollado formulaciones para AC a partir de materias primas locales. Sin embargo, estos estudios se centraron en analizar la capacidad antioxidante y su conservación, sin considerar el aporte energético y de macronutrientes<sup>11</sup>; o bien, trabajaron con mezclas de harinas, evaluando su densidad de nutrientes, pero sin indicar claramente la porción recomendada, lo que puede llevar a errores en la preparación<sup>12</sup>. A nivel nacional, estos estudios son pocos y se enfocaron principalmente en el uso de granos andinos, analizando cómo la germinación mejora su valor nutricional y textura, pero sin justificar la incorporación de ciertos aditivos<sup>4</sup>. Frente a la escasez de estudios que utilizaron ingredientes locales para el desarrollo de alimentos complementarios en la región del NEA, se

suma la alta disponibilidad de materias primas regionales poco estudiadas para el desarrollo de este tipo de productos.

El objetivo de este trabajo fue formular una papilla para niños entre los 12 y los 23 meses de edad de una población nutricionalmente vulnerable, optimizando a partir de recursos locales la densidad energética, el aporte de micronutrientes críticos y propiedades texturales.

## METODOLOGÍA

### Selección de ingredientes y diseño de mezclas

Se utilizaron como ingredientes fijos para la formulación: espinaca (E), sésamo (S) y aceite de girasol (AG); considerando al S y E como fuente de calcio, mientras que la E también aportó hierro y vitamina A. Por su parte, el AG se identificó como el principal proveedor de vitamina E. Dicha base estuvo constituida por 42,0 g de E, 16,0 g de S y 2,0 g de AG formando el 50% de una porción de la papilla (120 g). Estas proporciones se determinaron mediante balance de materia, utilizando como criterio que cada micronutriente contribuyera como mínimo con el 25% de la IDR.

Se utilizaron como ingredientes variables: zanahoria (Z), garbanzo (G) y leche entera (LE), variando sus proporciones de 0 a 60 g, con el fin obtener una textura adecuada. Se aplicó un diseño de mezclas simplex-centroide (DSC) utilizando el software Minitab® (versión 18.1, 2017)<sup>13</sup>. El aporte nutricional de las formulaciones se evaluó en base a tablas de composición química<sup>14</sup> y se comparó con la densidad de nutrientes mínima deseable para alimentos complementarios<sup>2</sup>: 63 mg de Ca; 1,2 mg de Fe y 5 µg de vitamina A, por cada 100 kcal. Para la vitamina E, se tomó como referencia un valor >25% de su IDR (1,5 mg)<sup>15</sup>, ya que no existe un parámetro mínimo definido para dicho nutriente en alimentos complementarios. Además, se calculó la densidad energética de la porción.

### Elaboración del producto alimenticio

Todos los alimentos se almacenaron en un ambiente limpio y seco hasta su procesamiento. Las materias primas se lavaron con agua potable. La Z se peló, se subdividió en trozos (1 mm) en una multiprocesadora y se cocinó por 10 minutos a 100°C, con una relación 3/1 de agua/Z, con el fin de minimizar el oscurecimiento y ablandar tejidos<sup>16</sup>. Las hojas de E se escaldaron por 10 minutos a 100°C, cubriéndose con agua durante el proceso de ebullición, para disminuir antinutrientes mediante la lixiviación de los compuestos solubles al agua de cocción<sup>17</sup>. El G se remojó a 25°C por 12 hs en agua (3/1 agua/G), se lavó 3 veces y se cocinó durante 70 minutos a 100°C (5/1 agua/legumbres)<sup>13,18</sup>. Las semillas de S se tostaron por 6 minutos a 200°C en estufa. Estos tratamientos contribuyeron a la reducción de contenidos antinutricionales, como el oxalato y el ácido fítico, mejorando así la biodisponibilidad de los minerales estudiados. Posteriormente, las semillas de S se molieron con molinillo manual de discos concéntricos, obteniendo una pasta

adecuada para integrarse de forma homogénea a la papilla<sup>19</sup>. Luego se procesaron los ingredientes en licuadora obteniéndose las mezclas. Las mismas se conservaron en congelador (-18°C), en recipientes plásticos cerrados herméticamente hasta el momento de los análisis. Como referencia para los análisis fisicoquímicos se consideraron papillas tradicionales de consumo habitual en este grupo etario (purés de zapallo y mixto).

Las materias primas presentan una estacionalidad de primavera/verano para la espinaca, zanahoria y sésamo, mientras que el garbanzo es de la época invernal. Se obtuvieron en cantidades suficientes para llevar a cabo todas las mezclas necesarias para los análisis.

### Análisis fisicoquímicos

Con el objetivo de que las muestras formuladas cumplieran con el criterio de alimento semisólido (no debe escurrirse por la cuchara ni presentar una dureza muy elevada) se realizaron ensayos de apariencia. Se utilizaron los métodos de prueba establecidos por la Iniciativa Internacional para la Estandarización de la Dieta para la Disfagia (IDDSI) y se los clasificó según la escala de consistencias para alimentos con textura modificada y bebidas espesas<sup>20</sup>. Para ello, se emplearon las siguientes pruebas a 25°C: Test de flujo, Test de goteo con tenedor, Test de inclinación de la cuchara, y Test de presión con tenedor, además del Método de desplome<sup>21</sup>. Este último no posee una escala de clasificación para categorizar los alimentos en niveles de consistencia, por lo que en este caso sólo se evaluó si existió o no desplome de la muestra.

Para determinar las propiedades texturales de la papilla, se llevó a cabo el Método de Texture Profile Analysis (TPA), midiéndose parámetros como dureza, deformación y elasticidad. La prueba se realizó por triplicado utilizando texturómetro Texture Analyzer CT3 (Brookfield Engineering Labs, Inc.). Las papillas (40 g) fueron sometidas a una prueba de compresión de dos ciclos de penetración, con sonda cilíndrica de acrílico TA11/1000, una distancia de penetración de 10 mm, velocidad test 1 mm/s y fuerza de disparo 1 g.

Por último, se determinó el contenido de Humedad (Método 950.46 de la AOAC-1990) y la  $a_w$  mediante un medidor de actividad de agua marca Testo, modelo 650.

### Análisis estadísticos

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) unidireccional simple con un nivel de probabilidad del 5%, para determinar diferencias significativas entre las formulaciones desarrolladas y las muestras de referencia respecto a los parámetros fisicoquímicos, previa verificación del cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se utilizó la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre las medias cuando ANOVA  $p < 0,05$ . Se realizó un análisis de regresión a las propiedades de textura estudiadas. Se validó el modelo de regresión mediante significancia estadística ( $p \leq 0,05$ ) y el coeficiente de determinación

( $R^2 > 0,80$ ). Se optimizó mediante gráficas de contorno y funciones de deseabilidad (FD) buscando que las propiedades texturales de las papillas formuladas estuvieran dentro de los límites definidos por los purés de referencia (zapallo y mixto).

## RESULTADOS

### Diseño de mezclas y composición nutricional teórica

El diseño de mezclas arrojó 10 formulaciones con diferentes proporciones de los ingredientes en la matriz variable, en un rango de 0-60 g. Las proporciones de dichos ingredientes, la composición química teórica, la densidad energética y nutricional de las formulaciones diseñadas se muestran en la [Tabla 1](#). Todas las muestras presentan valores de densidad calórica y nutricional superiores a los parámetros utilizados como referencia<sup>2</sup>.

### Análisis fisicoquímicos del producto elaborado

Se presenta en la [Tabla 2](#) un resumen de los valores fisicoquímicos para las distintas formulaciones.

En las pruebas de apariencia, las muestras se clasificaron entre los niveles 3 y 6 de IDDSI ([Figura 1](#) y [2](#)). El test de flujo se realizó sólo en aquellas muestras visualmente más líquidas (C, F y J), las cuales mostraron una consistencia nivel 4 o superior. Sin embargo, considerando las demás pruebas realizadas, se demostró que la formulación C coincidió con las características del nivel 3 (bebida moderadamente espesa o alimento licuado). Por otro lado, las muestras E, F y J se ubicaron en el nivel 5, mientras que los ejemplares A, B, D, G, H e I, así como los purés de referencia, correspondieron a un nivel 6. En la prueba de desplome, solo las papillas C y la J se mostraron más fluidas, mientras que las demás, incluidas las mezclas de zapallo y mixta, conservaron su forma.

Con respecto a la textura, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la dureza de las mezclas y los purés de referencia, excepto en las papillas B, D y H, similares al puré de zapallo, y G e I, comparables al puré mixto. En deformación y elasticidad no hubo diferencias significativas, salvo la muestra E para el último parámetro mencionado.

En lo que refiere a las demás variables, la mayoría de las mezclas presentaron diferencias significativas para la humedad, excepto las muestras B, F, e I, comparando con el puré de zapallo. Contrariamente, indicaron que la referencia de la muestra mixta, es comparable con todas las formulaciones ( $p > 0,05$ ). Los valores de  $a_w$  de las muestras formuladas y las de referencia fueron superiores a 0,9, lo que implica que en ambos casos existe una alta probabilidad de proliferación microbiana, reacciones químicas y actividad enzimática.

### Optimización de los parámetros de textura

En la optimización por DSC, el ANOVA de los modelos de regresión que explican la dureza en base a las cantidades de Z, G y LE reportó

**Tabla 1.** Proporciones de los ingredientes variables, composición química teórica, densidad energética y nutricional de las formulaciones desarrolladas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>Proporciones de los ingredientes de la matriz variable</i>										
<b>Zanahoria</b>	0	60	0	30	0	30	20	10	40	10
<b>Garbanzo</b>	60	0	0	30	30	0	20	40	10	10
<b>Leche entera</b>	0	0	60	0	30	30	20	10	10	40
<i>Composición nutricional teórica (aporte en 120 g)</i>										
<b>E (kcal)</b>	216,1	138,7	153,7	177,4	184,9	146,2	169,5	192,8	154,1	161,6
<b>HC (g)</b>	22,2	10,6	8,5	16,4	15,3	9,6	13,8	18,0	12,2	11,1
<b>P (g)</b>	9,3	4,4	5,9	6,9	7,6	5,2	6,5	7,9	5,5	6,2
<b>Grasa (g)</b>	11,3	9,9	11,7	10,6	11,5	10,8	11,0	11,2	10,4	11,4
<b>Fe (mg)</b>	5,6	4,1	4,1	4,8	4,9	4,1	4,6	5,1	4,3	4,4
<b>Ca (mg)</b>	244,8	233,4	289,2	239,1	267,0	261,3	255,8	250,3	244,6	272,5
<b>Vit A (µg)</b>	220,7	731,3	239,3	476,0	230,0	485,3	397,1	308,9	564,2	318,2
<b>Vit E (mg)</b>	1,9	2,3	1,7	2,1	1,8	2,0	2,0	1,9	2,2	1,9
<i>Densidad energética y nutricional (aporte en 100 kcal)</i>										
<b>E (kcal/g)</b>	1,9	1,2	1,4	1,6	1,6	1,3	1,5	1,7	1,4	1,4
<b>Fe (mg)</b>	2,5	2,7	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	2,5	2,6	2,6
<b>Ca (mg)</b>	107,5	156,4	177,3	126,8	136,6	167,3	142,1	122,7	148,5	158,8
<b>Vit A (µg)</b>	96,9	490,0	146,7	252,5	117,7	310,8	220,6	151,5	342,7	185,5
<b>Vit E (% IDR)</b>	31,8	38,6	28,8	35,2	30,3	33,7	33,0	32,4	35,8	30,9

E: Energía; HC: Hidratos de Carbono; P: Proteína; IDR: Ingestas Dietética de Referencia.

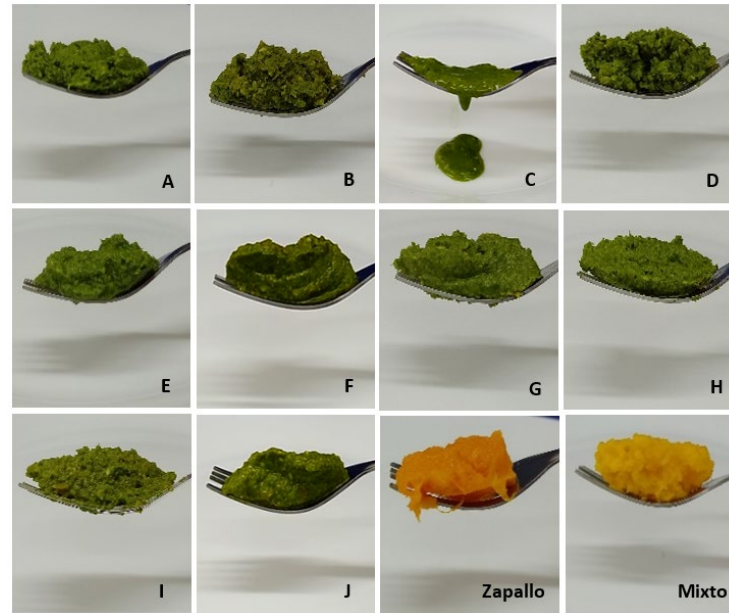
**Tabla 2.** Análisis fisicoquímicos de las papillas formuladas.

F	Apariencia		Textura			Humedad (%)	a <sub>w</sub>
	Nivel IDDSI <sup>1</sup>	Método desplome	Dureza (g)	Deformación (mm)	Elasticidad (mm)		
<b>A</b>	6	No	572,3±22,3 <sup>a</sup>	9,6±0,0 <sup>a</sup>	44,6±1,2 <sup>a</sup>	64,6±0,3 <sup>c</sup>	0,992
<b>B</b>	6	No	361,8±33,8 <sup>bc</sup>	9,9±0,1 <sup>a</sup>	44,4±1,2 <sup>a</sup>	79,6±0,3 <sup>ab</sup>	0,990
<b>C</b>	3	Si	16,3±0,3 <sup>g</sup>	9,8±0,4 <sup>a</sup>	43,4±2,5 <sup>a</sup>	76,8±0,2 <sup>b</sup>	0,979
<b>D</b>	6	No	379,2±6,0 <sup>b</sup>	10,0±0,0 <sup>a</sup>	43,3±1,0 <sup>a</sup>	71,2±0,5 <sup>bc</sup>	0,991
<b>E</b>	5	No	97,3±6,3 <sup>f</sup>	9,8±0,0 <sup>a</sup>	32,6±10,0 <sup>b</sup>	71,7±0,1 <sup>bc</sup>	0,982
<b>F</b>	5	No	85,5±4,4 <sup>f</sup>	9,9±0,2 <sup>a</sup>	41,3±1,1 <sup>ab</sup>	79,2±0,1 <sup>ab</sup>	0,987
<b>G</b>	6	No	162,3±10,6 <sup>e</sup>	9,9±0,1 <sup>a</sup>	44,5±0,5 <sup>a</sup>	73,7±0,3 <sup>bc</sup>	0,994
<b>H</b>	6	No	311,8±12,6 <sup>c</sup>	10,0±0,0 <sup>a</sup>	42,6±2,4 <sup>a</sup>	69,8±0,2 <sup>bc</sup>	0,997
<b>I</b>	6	No	246,8±30,6 <sup>d</sup>	10,0±0,0 <sup>a</sup>	44,3±0,1 <sup>a</sup>	77,4±0,1 <sup>ab</sup>	0,997
<b>J</b>	5	Si	57,7±4,1 <sup>g</sup>	9,9±0,1 <sup>a</sup>	45,6±0,4 <sup>a</sup>	75,4±0,1 <sup>b</sup>	0,997
<b>Puré zapallo</b>	6	No	204,7±4,3 <sup>de</sup>	9,9±0,2 <sup>a</sup>	45,4±0,3 <sup>a</sup>	87,2±0,4 <sup>a</sup>	0,957
<b>Puré mixto</b>	6	No	331,7±23,5 <sup>bc</sup>	9,7±0,4 <sup>a</sup>	44,1±0,8 <sup>a</sup>	73,8±8,8 <sup>bc</sup>	0,969

\*20

<sup>a-g</sup> Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (p<0,05).

**Figura 1.** Análisis de apariencia. Métodos de prueba establecidos por IDDSI: Test de goteo con tenedor, Test de inclinación de la cuchara y Test de presión con tenedor.

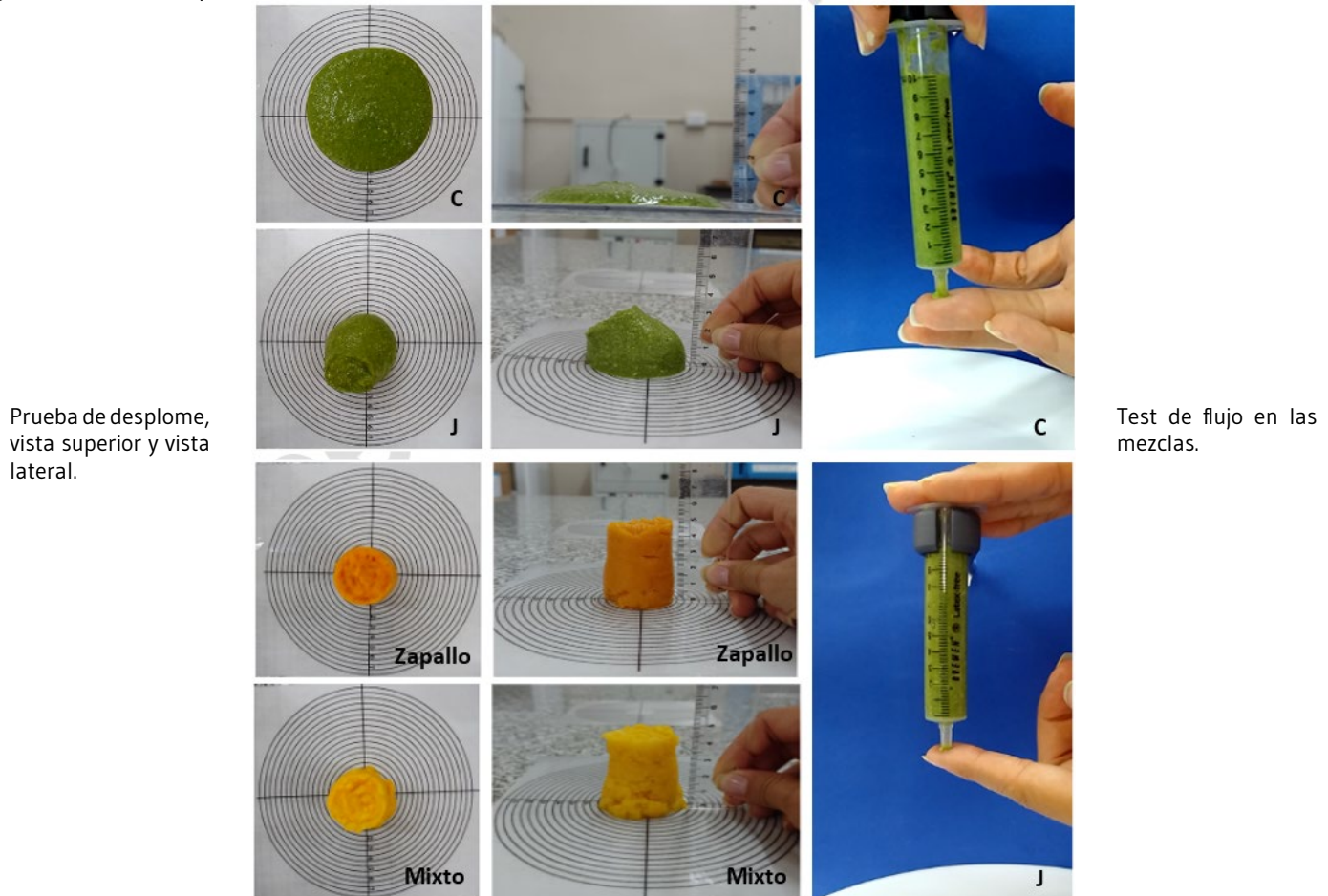


**Test de goteo con tenedor**



**Test de inclinación de la cuchara**

Desde la A hasta J: diferentes formulaciones obtenidas por diseño de mezclas, cuya base fija estuvo constituida por 42,0 g de espinaca, 16,0 g de sésamo y 2,0 g de aceite de girasol; y como base variable se utilizó zanahoria, garbanzo y leche entera, variando de 0 a 60 g en las proporciones en las distintas mezclas. Zapallo y mixto: purés de referencia.

**Figura 2.** Análisis de apariencia. Métodos de prueba establecidos por IDDSI: Test de flujo y Método de desplome.

Prueba de desplome, vista superior y vista lateral.

Test de flujo en las mezclas.

Ejemplos C y J: diferentes formulaciones obtenidas por diseño de mezclas, cuya base fija estuvo constituida por 42,0 g de espinaca, 16,0 g de sésamo y 2,0 g de aceite de girasol; y como base variable se utilizó zanahoria, garbanzo y leche entera, variando de 0 a 60 g en las proporciones en las distintas mezclas. Zapallo y mixto: purés de referencia.

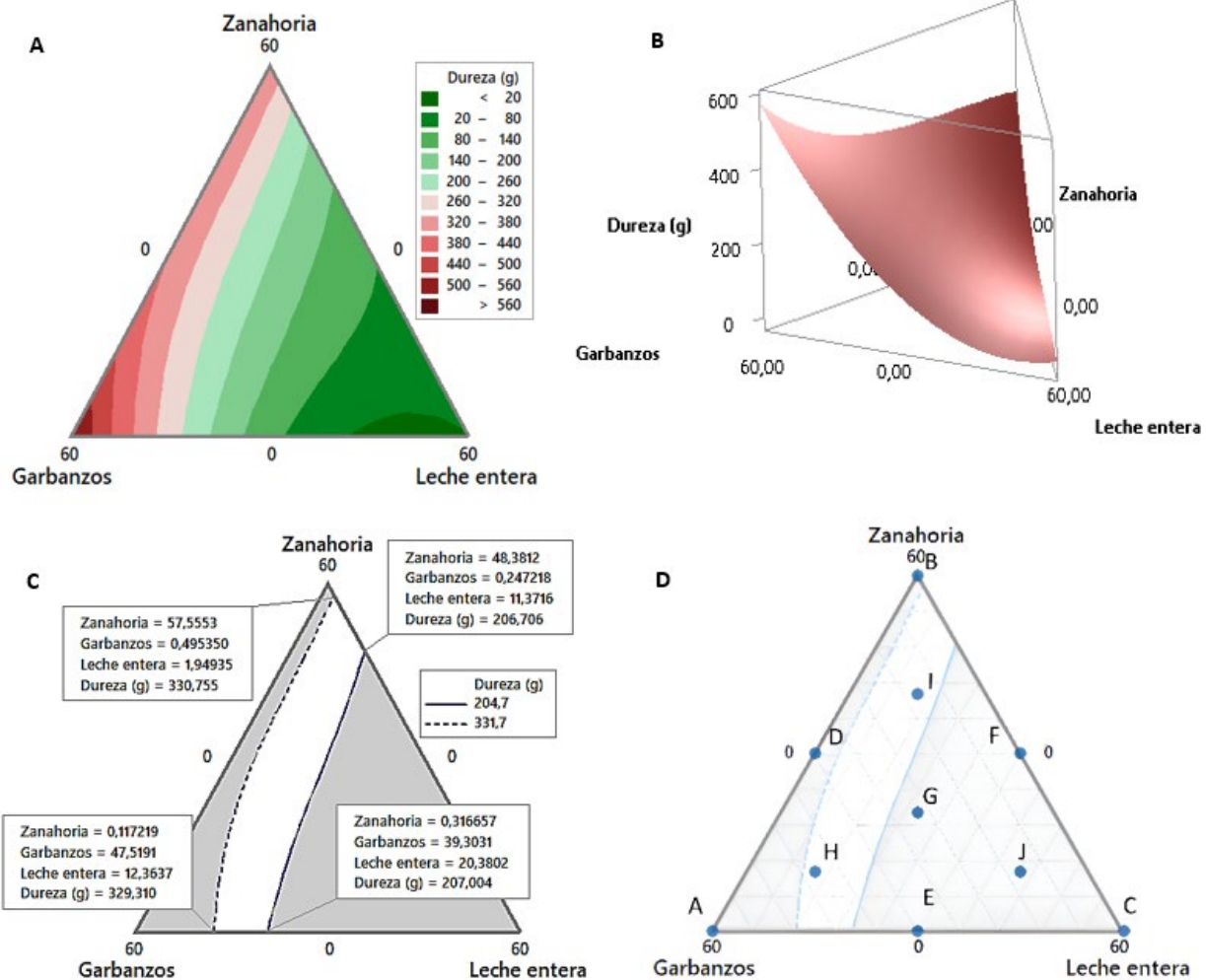
que los modelos de tipo lineal, cuadrático y cúbico tuvieron valores  $p$  de 0,00; 0,00 y 0,11; y coeficientes de determinación  $R^2$  de 0,85; 0,99 y 0,99; respectivamente. Por lo tanto, para esta variable se escogió el modelo cuadrático por tener un efecto estadístico significativo ( $p < 0,05$ ) y poseer un elevado  $R^2$ . El modelo para dureza se expresó de la siguiente manera:

$$\text{Dureza (g)} = 6,00568*(Z) + 9,47260*(G) + 0,33800*(LE) - 0,08841*(Z)*(G) - 0,10141*(Z)*(LE) - 0,20659*(G)*(LE)$$

Luego de definir el modelo ajustado para la dureza, se realizó la interpretación en forma de gráficos de contorno y de superficie, para conocer cómo afectan los contenidos de Z, G y LE en la dureza del alimento complementario. La Figura 3 (A y B) muestran que, a mayor proporción de garbanzos en la mezcla, mayor es la dureza, mientras que esta disminuye al aumentar la leche entera. La variable deformación no mostró significancia estadística y no se consideró en la optimización. En el ANOVA de los modelos de elasticidad, el modelo cúbico especial mostró significancia

estadística ( $p < 0,05$ ), pero el  $R^2$  fue bajo (0,53), explicando solo una parte de la variabilidad. Por lo tanto, no se consideró esta variable en la optimización de mezclas.

La gráfica de contorno superpuesta muestra la "región óptima" de dureza (Figura 3-C), determinada por la proporción de ingredientes de la mezcla. En esta región, con límites de dureza ente 204,7 g (puré de zapallo) y 331,7 g (puré mixto), se encuentran mezclas con rangos de 0-58 g de Z, 0-46 g de G y 2-20 g de LE. Superponiendo las gráficas de DSC y el gráfico de contorno para este parámetro, las formulaciones H e I caen dentro de esta región óptima (Figura 3-D) y se seleccionaron por su similitud textural con las papillas patrón. La mezcla que optimiza la dureza de las papillas, determinada por FD, consiste en 0 g de Z; 43,4 g de G y 16,6 g de LE, con una deseabilidad de 1 y una dureza pronosticada de 268,2 g. Estos valores están dentro de los rangos definidos por DSC, asegurando una dureza similar a los purés de referencia.

**Figura 3.** Optimización de la formulación según textura.

A (gráfico de contorno) y B (superficie de mezcla) muestran la influencia de los ingredientes en la dureza de la papilla; C (contorno superpuesto), destaca la región óptima de dureza; y D (superposición de DSC y contorno), identifica las formulaciones dentro de la región óptima.

## DISCUSIÓN

Las mezclas mostraron un aporte nutricional por porción similar a lo reportado por Jiménez y Cols.<sup>4</sup>, en cuanto a carbohidratos (13,9 g), pero mayor en lo referido a grasas (0,8 g) y proteínas (2,4 g). Contrariamente, se publicaron valores superiores de HC (25,9 g – 109,6 g) y proteínas (10,2 g – 23,6 g)<sup>16,22</sup>, con un menor aporte de grasas (6,6 g – 7,6 g), comparado con las papillas desarrolladas. Esto puede deberse a que utilizaron una mayor proporción de cereales, tubérculos y legumbres, incluyendo en menor medida vegetales y frutas, que favorecen la diversidad alimentaria y el aporte de micronutrientes<sup>5</sup>. Del mismo modo, la cantidad de grasa del puré desarrollado es superior debido a la incorporación de AG y S, en comparación con los trabajos mencionados que incluyeron sólo uno de dichos alimentos.

La mayoría de las papillas contenían un valor energético menor a lo referido por otras investigaciones<sup>16,22</sup>, de 208,1 y 570,7 kcal/porción, respectivamente. Sin embargo, la densidad calórica cumplió con lo recomendado por Vazquez-Frias y Cols.<sup>23</sup>, en cuanto al aporte mínimo recomendado para alimentos complementarios (>0,8 kcal/g). Estos datos son menores a lo expuesto por Ayele y Cols.<sup>24</sup>, de 3,3 kcal/g, y ligeramente mayores a lo difundido por otros autores<sup>22,25</sup> (entre 0,9 y 1,3 kcal/g). El mayor aporte energético de estos trabajos se debe principalmente a que son mezclas de harinas para reconstituir, densos en energía, y no alimentos listos para consumir como es el caso de las papillas desarrolladas. Estas últimas, además de ser prácticas, eliminan la posibilidad de errores en su preparación, y el posible sub o sobre aporte calórico. Es importante destacar que, si los niños ingieren una densidad menor a la recomendada, no recibirán la cantidad

de alimentos necesarios para cubrir sus necesidades energéticas y, si se incorpora una alta cantidad de kcal en una comida, podrían desplazar la lactancia materna<sup>26</sup>.

Los micronutrientes son vitales para la vida, significativos para el desarrollo y crecimiento adecuados en niños<sup>5</sup>. Otros trabajos<sup>22,24,25</sup> presentaron valores inferiores en la densidad nutricional para el calcio, con datos de 131,7; 24,1 y 20,4 mg/100kcal, respectivamente, sin llegar a cubrir en los dos últimos el valor deseado para este mineral. Por otra parte, el hierro de las papillas fue superior comparado con lo publicado por Ayele y Cols.<sup>24</sup>, de 1,3 mg/100 kcal, e inferior a lo reportado por Tura y Cols.<sup>22</sup> de 8,5 mg/100 kcal. En cuanto a la vitamina A, las mezclas estudiadas mostraron aportes más elevados que lo publicado por Amagloh y Cols.<sup>25</sup>, quienes documentaron 124,0 µg/100 kcal. En relación a la vitamina E, Ayele y Cols.<sup>24</sup> informaron valores superiores (27,1 mg/100 kcal) en comparación a las mezclas formuladas en este estudio, que alcanzaron un promedio de 1,2 mg/100 kcal. Todas estas discrepancias podrían atribuirse a las diferentes materias primas utilizadas, siendo en algunos casos más pobres en ciertos nutrientes, o más concentradas en otros. No obstante, las papillas estudiadas lograron cubrir  $\geq 25\%$  de las IDR por porción para los micronutrientes estudiados.

Una limitación del estudio es que la composición nutricional de las formulaciones se calculó teóricamente, lo que podría no reflejar el aporte real de las materias primas locales, cuya composición puede variar estacionalmente. En futuras investigaciones se plantea realizar un análisis proximal de la mezcla óptima para mayor precisión<sup>12,27</sup>.

En relación a las características fisicoquímicas, los valores de humedad y  $a_w$  obtenidos son similares a los reportados en otros estudios<sup>4</sup>, alcanzando un 82,2% (H%) y 0,991 ( $a_w$ ). Debido a esto, las mezclas deben conservarse en frío si no se consumen en las dos horas posteriores a su preparación, o congelarse para una conservación prolongada<sup>28</sup>. Además, implica la necesidad de evaluar técnicas de conservación para garantizar su estabilidad y seguridad microbiológica<sup>29</sup>. Previo a la aplicación práctica del producto, se realizarán evaluaciones adicionales de estabilidad y seguridad microbiológica, así como análisis sensorial. Con respecto a la apariencia, todas las mezclas excepto la formulación C, presentaron una consistencia aparente acorde a las recomendadas para niños mayores de un año (niveles 4 – 6 en escala IDDSI), según criterio propio. Por otro lado, la textura de las formulaciones evidenció una dureza superior a otros alimentos analizados<sup>4</sup> (119,6 g) lo que indica una mayor resistencia a la compresión. Esto es beneficioso, ya que los niños mayores suelen preferir alimentos más duros que al inicio de su alimentación<sup>30</sup>. La optimización de las papillas en base a texturas comúnmente consumidas en la región facilita la aceptación, a la vez que promueve una adecuada masticación y deglución, disminuyendo el riesgo de atragantamiento<sup>3</sup>.

## CONCLUSIONES

Se logró formular diferentes papillas para AC utilizando ingredientes localmente disponibles que cubrieron las recomendaciones de micronutrientes críticos y energía para niños entre los 12 y los 23 meses de edad, mediante el uso de un diseño de mezclas que optimizó simultáneamente propiedades nutricionales y texturales, pudiendo integrarse como estrategia alimentaria en programas locales de salud pública para poblaciones vulnerables. Se prevé en estudios posteriores determinar la composición nutricional real, aceptabilidad sensorial y realizar ensayos de vida útil.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Universidad Nacional del Chaco Austral y a la Secretaría de Ciencia y Técnica.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Las autoras son responsables de la investigación y han participado en el concepto, diseño, análisis e interpretación de los datos, redacción y corrección del manuscrito.

## FINANCIACIÓN

Este estudio fue financiado mediante el Proyecto de I+D: PI N° 133-Res. N°:020/2021 C.S. y una beca de investigación de grado Res. N°:077 /2023 C.S. - UNCAUS.

## CONFLICTO DE INTERESES

Las autoras expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

## DISPONIBILIDAD DE DATOS

Ofrecimiento de datos bajo petición al autor/a de correspondencia.

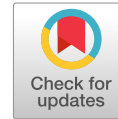
## REFERENCIAS

- (1) Lutter CK, Grummer-Strawn L, Rogers L. Complementary feeding of infants and young children 6 to 23 months of age. *Nutr Rev.* 2021;79(8):825-46. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa143>
- (2) Dewey KG, Brown KH. Update on Technical Issues Concerning Complementary Feeding of Young Children in Developing Countries and Implications for Intervention Programs. *Food and Nutrition Bulletin.* 2003;24(1):5-28. <https://doi.org/10.1177/156482650302400102>

- (3) Cuadros-Mendoza CA, Vichido-Luna MA, Montijo-Barrios E, Zárate-Mondragón F, Cadena-León JF, Cervantes-Bustamante R, et al. Actualidades en alimentación complementaria. *Acta pediátrica de México*. 2017;38(3):182-201. <https://doi.org/10.18233/apm38no3pp182-2011390>
- (4) Jimenez MD, Miraballes M, Gámbaro A, Lobo MO, Samman NC. Baby purees elaborated with Andean crops. Influence of germination and oils in physic-chemical and sensory characteristics. *LWT - Food Science and Technology*. 2020;124:108901. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108901>
- (5) United Nations Children's Fund (UNICEF) Improving Young Children's Diets During the Complementary Feeding Period. UNICEF Programming Guidance. New York: UNICEF; 2020.
- (6) United Nations Children's Fund (UNICEF) Fed to Fail? The Crisis of Children's Diets in Early Life. New York: UNICEF; 2021.
- (7) Ministerio de Salud de la Nación. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud ENNYS Documento de resultados. 2007.
- (8) Ministerio de Salud. Base de datos de la 2º Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNYS2) 2018-2019. 2021.
- (9) Zapata ME, Roviroso AB, Nessier MC, Romero Mathieu N, Gigena JR, Bonet de Viola AM. Desigualdad en las prácticas de lactancia y alimentación complementaria en la Argentina, según nivel de ingresos del hogar en 2018-19. *Arch Argent Pediatr*. 2024;122(4):e202310221. <https://doi.org/10.5546/aap.2023-10221>
- (10) Spipp JP, Riernersman CN, Rivas FP, Calandri EL, Albrecht C. Assessment of dietary intakes and feeding practices in children aged 6-23 months in a town in the Northeast region of Argentina. *Arch Argent Pediatr*. 2022;120(6):369-76. <https://doi.org/10.5546/aap.2022.eng.369>
- (11) Mateescu AM, Mureşan AE, Puşcaş A, Mureşan V, Sestras RE, Muste S. Baby Food Purees Obtained from Ten Different Apple Cultivars and Vegetable Mixtures: Product Development and Quality Control. *Applied Sciences*. 2022;12(23):12462. <https://doi.org/10.3390/app122312462>
- (12) Marcel MR, Chacha JS, Ofoedu CE. Nutritional evaluation of complementary porridge formulated from orange-fleshed sweet potato, amaranth grain, pumpkin seed, and soybean flours. *Food Sci Nutr*. 2022;10(2):536-53. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2675>
- (13) Aynalem EG, Duraisamy R. Formulation and Optimization of Complementary Food Based on Its Nutritional and Antinutritional Analysis. *Int J Food Sci*. 2022;1126031. <https://doi.org/10.1155/2022/1126031>
- (14) National Agricultural Library. Food Composition Database. Department Of Agriculture, U.S; 2021.
- (15) Institute of Medicine. Ingestas Dietéticas de Referencia. Fundamentos de Nutrición Normal. 2da ed. El Ateneo; 2000. p. 63-5.
- (16) Adetola OY, Onabanjo OO, Stark AH. The search for sustainable solutions: Producing a sweet potato based complementary food rich in vitamin A, zinc and iron for infants in developing countries. *Scientific African*. 2020;8:e00363. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00363>
- (17) Hemmige NN, Abbey L, Asiedu SK. An overview of nutritional and antinutritional factors in green leafy vegetables. *Horticult Int J*. 2017;1(2):58-65. <https://doi.org/10.15406/hij.2017.01.00011>
- (18) Shi L, Arntfield SD, Nickerson M. Changes in levels of phytic acid, lectins and oxalates during soaking and cooking of Canadian pulses. *Food Res Int*. 2018;107:660-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.056>
- (19) El-Sayed Embaby H. Effect of heat treatments on certain antinutrients and in vitro protein digestibility of peanut and sesame seed. *Food Sci Technol Res*. 2010;17(1):31-8. <https://doi.org/10.3136/fstr.17.31>
- (20) IDDSI Métodos de Prueba del Marco de IDDSI 2.0. 2019.
- (21) Bourne MC. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. New York: Academia Press; 2022.
- (22) Tura DC, Belachew T, Tamiru D, Abate KH. Energy, protein and iron densities of dabi teff-field pea-based optimised novel complementary flour and its contribution to daily energy and nutrients demand by 6–23-month-old children. *British Journal of Nutrition*. 2024;131(6):1015-30. <https://doi.org/10.1017/S0007114523002581>
- (23) Vázquez-Frias R, Ladino L, Bagés-Mesa MC, Hernández-Rosiles V, Ochoa-Ortiz E, Alomía M, et al. Consenso de alimentación complementaria de la Sociedad Latinoamericana de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica: COCO 2023. *Revista de Gastroenterología de México*. 2023;88(1):57-70. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2022.11.001>
- (24) Ayele DA, Teferra TF, Frank J, Gebremedhin S. Optimization of nutritional and functional qualities of local complementary foods of southern Ethiopia using a customized mixture design. *Food Science & Nutrition*. 2022;10(1):239-52. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2663>
- (25) Amagloh FK, Coad J. Orange-fleshed sweet potato-based infant food is a better source of dietary vitamin A than a maize-legume blend as complementary food. *Food Nutr Bull*. 2014;35(1):51-9. <https://doi.org/10.1177/156482651403500107>
- (26) Dewey KG, Vitta BS. Strategies for ensuring adequate nutrient intake for infants and young children during the period of complementary feeding. Washington: Alive&Thrive. 2013;(7): 1-14.
- (27) Natabirwa H, Nakimbugwe D, Lung'aho M, Tumwesigye K, Muyonga JH. Bean-based nutrient-enriched puffed snacks: Formulation design, functional evaluation, and optimization. *Food Science & Nutrition*. 2020;4:763-72. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1727>
- (28) Zamarillo-Campos R, Rovira-Boixadera L, Rendo-Urteaga T. Prácticas y creencias habituales en la preparación de la alimentación complementaria infantil en una muestra española: estudio transversal. *Nutr Hosp*. 2021;38(5):919-34.
- (29) Michaelsen KF, Hoppe C, Roos N, Kaestel P, Stougaard M, Lauritzen L, et al. Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. *Food and Nutrition*. 2009;30(3):343-404.
- (30) Chow C, Skouw S, Bech AC, Olsen A, Bredie WL. A review on children's oral texture perception and preferences in foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022;64(12):3861-79. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2136619>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### RESEARCH ARTICLE

## Development and evaluation of Diet Quality Index for Brazilians based on the updated version of the 2024 Food Pyramid: Nutrition focus House Budget Survey, 2017-18

Desarrollo y evaluación del índice de calidad de la dieta para brasileños basado en la versión actualizada de la Pirámide Alimenticia de 2024: Encuesta de presupuesto interno con enfoque nutricional, 2017-18

Ana Carolina Barco Lente<sup>a,b,\*</sup> & Sonia Tucunduva Philippi<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Health Sciences, Universidad Autónoma de Chile, Metropolitan area, 7500912, Chile.

<sup>b</sup> Department of Nutrition, School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, 01246-904, Brazil.

\*[acarol.leme@gmail.com](mailto:acarol.leme@gmail.com)

Assigned Editor: Tania Fernández Villa, Universidad de León, León, España.

Received: 17/01/2025; Accepted: 04/04/2025; Published: 06/05/2025.

#### KEYWORDS

Dietary Guidelines  
Diet  
Food and nutrition  
Cross-sectional studies

#### ABSTRACT

**Introduction:** In 2024 the Brazilian Food Pyramid was updated based on 7 food groups that meet the current dietary recommendations and appeared to be useful to help population achieve healthy eating behaviours. As many epidemiologic studies use dietary indexes, the current study developed and evaluated the psychometric properties of a dietary index to measure adherence to the updated food pyramid groups recommendations on healthy food choices.

**Methods:** Dietary intake data from the mean of two 24-hour dietary recalls in the Nutrition Focus House Budget Survey, 2017-18 was used for this purpose. Variability among individuals were assessed via distribution of dietary intakes. Mean dietary scores were compared among population subgroups. Pearson's correlations were used to verify the relationship between each component, overall scores and total energy intake. Finally, multidimensionality was checked with principal components analysis based on the 9 components of the index.

**Results:** Mean Brazilian index score was 65.65/100 (95% CI, 65.55, 65.80) among Brazilians  $\geq 10$ yo. Adolescents (64.36) and males' adults (63.94) had the lowest and female adults (66.84) had the highest total score. Sodium showed the strongest negative correlation with fruits and vegetables ( $r = -0.52$ ), while total score the strongest positive correlation with fatty acids ( $r = 0.52$ ). Energy intake showed a stronger positive correlation for grains ( $r = 0.71$ ) and a negative for fruits and vegetables ( $r = -0.21$ ). Principal components analysis revealed at least 4 dimensions (60% total variance).

**Conclusions:** The Brazilian Healthy Eating Index, 2024 showed good psychometric properties supporting the 2024 updated food pyramid recommendation.

## RESUMEN

### PALABRAS CLAVE

Pautas dietéticas

Dieta

Alimentación y nutrición

Estudios transversales

**Introducción:** En 2024, la Pirámide Alimenticia Brasileña fue actualizada basándose en 7 grupos de alimentos que cumplen con las recomendaciones dietéticas actuales y parecen ser útiles para ayudar a la población a lograr conductas alimentarias saludables. Como muchos estudios epidemiológicos utilizan índices dietéticos, el estudio actual desarrolló y evaluó las propiedades psicométricas de un índice dietético para medir la adherencia a las recomendaciones actualizadas de los grupos de la pirámide alimenticia sobre la elección de alimentos saludables.

**Metodología:** Para este propósito se utilizaron datos de ingesta dietética de la media de dos recordatorios dietéticos de 24 horas en Encuesta sobre el presupuesto de la Cámara de Enfoque en Nutrición, 2017-18. La variabilidad entre los individuos se evaluó mediante la distribución de la ingesta dietética. Se compararon las puntuaciones dietéticas medias entre subgrupos de población. Se utilizaron correlaciones de Pearson para verificar la relación entre cada componente, las puntuaciones generales y la ingesta total de energía. Finalmente, se comprobó la multidimensionalidad con un análisis de componentes principales basado en los 9 componentes del índice.

**Resultados:** La puntuación media del índice brasileño fue 65,65/100 (IC del 95 %, 65,55, 65,80) entre los brasileños  $\geq 10$  años. Los adolescentes (64,36) y los hombres adultos (63,94) tuvieron la puntuación total más baja y las mujeres adultas (66,84) la puntuación total más alta. El sodio mostró la correlación negativa más fuerte con las frutas y verduras ( $r=-0,52$ ), mientras que la puntuación total la correlación positiva más fuerte con los ácidos grasos ( $r=0,52$ ). La ingesta de energía mostró una correlación positiva más fuerte para los cereales ( $r=0,71$ ) y negativa para las frutas y verduras ( $r=-0,21$ ). El análisis de componentes principales reveló al menos 4 dimensiones (60% de varianza total).

**Conclusión:** El Índice Brasileño de Alimentación Saludable de 2024 mostró buenas propiedades psicométricas que respaldan la recomendación de la pirámide alimentaria actualizada de 2024.

## KEY MESSAGES

1. The food pyramid reflects the dietary recommendations of a target population.
2. The psychometric properties of diet quality indices should be assessed.
3. Variability and correlations between dietary components reflect good psychometrics.
4. It is recommended to configure the weights of different components when targeting specific groups.

## CITATION

Barco Leme AC, Tucunduva Philippi S. Development and evaluation of Diet Quality Index for Brazilians based on the updated version of the 2024 Food Pyramid: Nutrition focus House Budget Survey, 2017-18. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2393.

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2393>

## INTRODUCTION

There is clear evidence demonstrating the relationship between suboptimal dietary patterns and leading risk factors for morbidity and mortality in Brazil and worldwide. Therefore, healthy eating is important to promote health from earlier to later in life. Healthy eating is a dietary pattern favouring all type of food choices, not stigmatizing into “good” or “bad, promoting the complete physical, social and emotional well-being<sup>1</sup>. Many epidemiological studies have examine the associations between health outcomes and single foods or nutrients, but they are consumed in combinations which can induce interactions and synergies between dietary components<sup>2</sup>. Dietary pattern analysis is known to be a more appropriate approach in investigating health-related outcomes rather than focusing on single foods or nutrient<sup>3</sup>.

Developing *a priori* dietary index is one approach to assess dietary patterns, i.e., pre-defined algorithm to quantify food and nutrient intake relative to national and international nutritional recommendations<sup>4</sup>we critically evaluate a priori-defined dietary indices commonly applied in epidemiological studies of CVD risk and mortality. A systematic literature search identified 59 observational studies that applied a priori-defined diet quality indices to CVD risk factors and/or CVD incidence and/or CVD mortality. Among 31 different indices, these scores were categorized as follows: 1. Indices can be used to measure diet quality in populations, monitoring over time or dietary changes in trials. Furthermore, in epidemiological studies an index can be used to investigate the associations with health and diet. Also, confounder factors can be controlled by using diet index score<sup>5</sup>. Several indexes have been developed, and a well-known example is the “American” Healthy Eating Index (HEI), which has passed through several updates to align to the US dietary guidelines<sup>2</sup>. This index has been associated with health outcomes and as monitoring tool in North America populations<sup>5</sup>. More recently, the Global Diet Quality Score (GDQS)<sup>6</sup> have been developed known as an “easy-to-be-used” tool and with an 25-item metric for nutrient adequacy and diet related diseases, more specifically for chronic non-communicable diseases. The GDQS have been correlated with the intake of “ultra-processed” foods and adequacy of some nutrients with the Brazilian population<sup>7</sup>. However, these indexes have limitations to be used in the Brazilian context. First, the “American” HEI is based on the US dietary guidelines and the diet is culturally different from Brazil. Second, the GDQS is a metric to focus on monitoring chronic non-communicable diseases not comprehending the overall concept of health. For instance, nutrition and diet-related health are driven by multiple factors and are embedded in social determinants of health and structural factors. These include poverty, lack of access to quality education and employment, poor quality housing, unfavourable work and neighborhood conditions, transportation issues, environmental racism, neighborhood violence, and the clustering of disadvantaged groups<sup>8,9</sup>.

In 2024, Philippi et al.<sup>10</sup> updated an iconographic with seven food groups targeting overall health of the Brazilian population. Furthermore, this iconographic focused on the population health disparities that has been associated with factors at an individual level<sup>8</sup>, e.g., food (in) security, which is the (lack) consistent, dependable access to sufficient food for an active and healthy life<sup>11</sup>. This factor can influence eating habits, and dietary preference and are themselves influenced by social and structural factors that contribute to diet-related disparities<sup>8</sup>. Therefore, addressing multiple intersecting factors that influence dietary patterns and their contribution to diet related health disparities is essential for developing effective tools to monitoring diet and health disparities. To date, two Brazilian indices have been developed, both based on an iconographic that was endorsed by the 2006 Brazilian Food Guide<sup>12</sup>. The first dietary quality index consisted of five criteria: < 30% of energy from total fats, < 10% of energy from saturated fats, < 300mg/day of cholesterol, ≤ 2400mg/day of sodium, and ≥ 5 servings of fruits and vegetables. For each criterion, scores ranged from 0 to 10 depending on adherence to recommendation. The score of (total and saturated) fats, cholesterol, and sodium was inversely related to the total diet score<sup>12</sup>. The second index was an updated version of the previous one and consisted of 12 components. The score, ranging from zero (low quality) to 96 (high quality) was based on the (American) HEI 2005 version cut-off values.

Psychometric properties of an index measuring adherence to given set of dietary recommendations should be verified before the use in epidemiological, intervention and surveillance studies. Certainly, assessing adherence to recommendations in an iconographic based on food groups (also known as the Food Pyramid) with a validated index may reduce the risk for inconsistent research findings that may impact policy decision-making and lead to confusing messages to the public. Several dimensions of validity should be applicable to validate the index and include: (i) construct validity, i.e., extent to which a given index varies according to other variables known to be associated to diet quality; and (ii) reliability, i.e., extent to which all components of an index are internally consistent<sup>13</sup>correlation studies the relationship between one variable and another, not the differences, and it is not recommended as a method for assessing the comparability between methods. In 1983 Altman and Bland (B&A). The aim of this study was to develop and evaluate the construct validity and reliability in terms of internal consistency of a metric based on the updated Food Pyramid groups.

## METHODS

### Study design and participants

Data from the 2017-18 Nutrition focus House Budget Survey was used to conduct the analyses. The House Budget Survey is a nationally representative survey of individuals ≥ 10yo living in private dwelling from the 26 Brazilian states plus the Federal

District. Individuals from the military forces, penitentiaries, shelters, orphanages, hospitals and other institutionalized venues were excluded. Data were collected between August 11<sup>th</sup> of 2017 to August 11<sup>th</sup> of 2018. Pregnant and lactating women were excluded (less than 4% of all participants in the Nutrition focus House Budget Survey (n=707)). Analyses were based on the public use microdata files obtained from the Brazilian Geography and Statistics Institute. Secondary analyses of data from the Nutrition-focus House Budget Survey do not require additional ethics approval.

### Dietary assessment

The 24h-recall was the method of choice to assess dietary intake of the population and followed the Automated Multiple Pass Method. The average of two non-consecutive dietary recalls were taken to estimate each individual dietary intake<sup>13</sup>. From the total sample of the Brazilian – House Budget Survey, 2017-18 (n = 178,431), 25% of the respondents completed the 1<sup>st</sup> 24h-recall (n = 46,164) and 22% the second (n = 38,854) via computer-assisted interviews by a trained personal. The Global Diet software was used to translate all the information related to foods, beverages, food preparations, amounts, methods of preparations, added items and meal occasions and venues. Reported dietary intakes measured via 24-hour recall were 1<sup>st</sup> classified according to the food categories used to calculate the group components of the dietary metric and were then summed per respondent for each 24h recall available. The nutrients used to calculate the metric, i.e., saturated, mono-unsaturated (MONO) and poli-unsaturated (POLI) fats, free sugar, and sodium, expressed in grams were deemed as reference amounts (RA). Free sugars are monosaccharides and disaccharides added to foods, sugars naturally present in honey, syrups, fruit juices and fruit juice concentrates, and sugars from foods extracts and artificial flavourings, alcoholic drinks<sup>14</sup>.

RA reflect food typically consumed in one sitting and are developed and maintained mainly for nutrition labelling purposes. Nutrient intakes were computed using the Brazilian Food Composition Table. The Brazilian Geography and Statistic Institute provided the data from the RAs and estimation of the free sugars components were based on previous study methodology<sup>15</sup>.

### Brazilian Dietary Index

Details on assignment of scores and alignment with the updated 2024 Pyramid food groups are provided in Table 1. Briefly, the index comprises 9 components named: (i) fruits and vegetables, (ii) (whole) grains, (iii) dairy, (iv) meats and eggs, (v) beans, (vi) fatty acids ratio (MONO + POLI/SAT), (vii) saturated fats, (viii) free sugars and (ix) sodium. Each component relates to key recommendations identified in the food pyramid groups. Scoring standards were taken directly from targets proposed in the pyramid groups for nutrients components or derived from the guidelines based on consumption data and expert judgment. Table 1 presented a list of the metric components, scores and standard scores. Fruits and vegetables (FV) and grains, with preference for whole grains should be the key component indicator for diet quality and healthy dietary patterns<sup>16</sup>. For example, FV and (whole) grains received the same points, but reference amount for each food differs based on their energy, fibre and grams<sup>10</sup>. Importantly, whole grains should be always given the preference, but we should not exclude other sources of grains to attend the context of each individual, not stigmatizing foods into “bad” and “good”<sup>16</sup>. A maximum score of 5 or 10 was given to components related to particular recommendation or closely linked recommendations. Then, all the 9 components were summed, and index has a maximum score of 100 and reflects adherence to healthy food choices of the 2024 Food Pyramid.

**Table 1.** Brazilian Healthy Eating Index, 2024. Nutrition Focused Brazilian House Budget Survey, 2017-18.

Food Groups	Maximum points	Standard for maximum score	Standard for minimum score
Fruits and Vegetables	20	≥ 2.0 cup eq/1000 kcal	No fruits and vegetables
(Whole) grains <sup>†</sup>	20	≥ 128 grams eq/1000 kcal	No grains
Dairy	10	≥ 1.3 cup eq/1000 kcal	No dairy
Meat and Eggs	5	≥ 56 grams eq/1000 kcal	No meat and eggs
Beans	5	≥ 1.4 cup/1000 kcal	No beans
Fatty Acids ratio	10	(MUFA + PUFA)/SFA ≥ 2.5	(MUFA + PUFA)/SFA ≤ 1.2
Sodium	10	≤ 1.1g /1000kcal	≥ 2.0g/1000 kcal
Free sugars	10	≤ 6.5% of energy	≥ 26% of energy
Saturated fats	10	≤ 8% of energy	≥ 16% of energy
Total score	100	---	---

MUFA: Mono-unsaturated fats; PUFA: Poli-unsaturated fats; SFA: Saturated fats. <sup>†</sup>Preference for whole grains, such as brown rice, whole grain pasta, quinoa.

## Statistical analysis

Six tasks were taken to evaluate the construct validity and reliability (internal consistency) of the dietary metric as predefined analyses of previous healthy eating indexes<sup>17,18</sup>. The variability among individuals were assessed via distributions of usual dietary intakes for each components estimated using the National Cancer Institute multivariate Markov Chain Monte Carlo method<sup>19</sup>. Stratification by age and sex were conducted due within-individual random dietary intake variations that differ across life stages<sup>20</sup>. A scoring algorithm was applied to the estimated usual intakes among pseudo-individuals to estimate total and components scores. The mean and percentiles of total dietary metric and components were estimated for total and sub samples. Mean dietary components and total scores for subgroups (age, sex, race and food security status) with expected differences in diet quality were estimated using the ratio method<sup>21</sup>. The hypothesis was tested with the U.S Healthy Eating Index, 2020 score<sup>2</sup> due to all the scores are intended to reflect overall diet quality. The relationship between the indexes were examined using Pearson correlation as well as linear regression with a restricted to account for potential non-linearity. Quantiles were selected a priori based on common placement to ensure enough data within each interval<sup>22</sup>. Association between energy intake and dietary metric scores was assessed using univariate linear regression and Pearson correlation. The last task

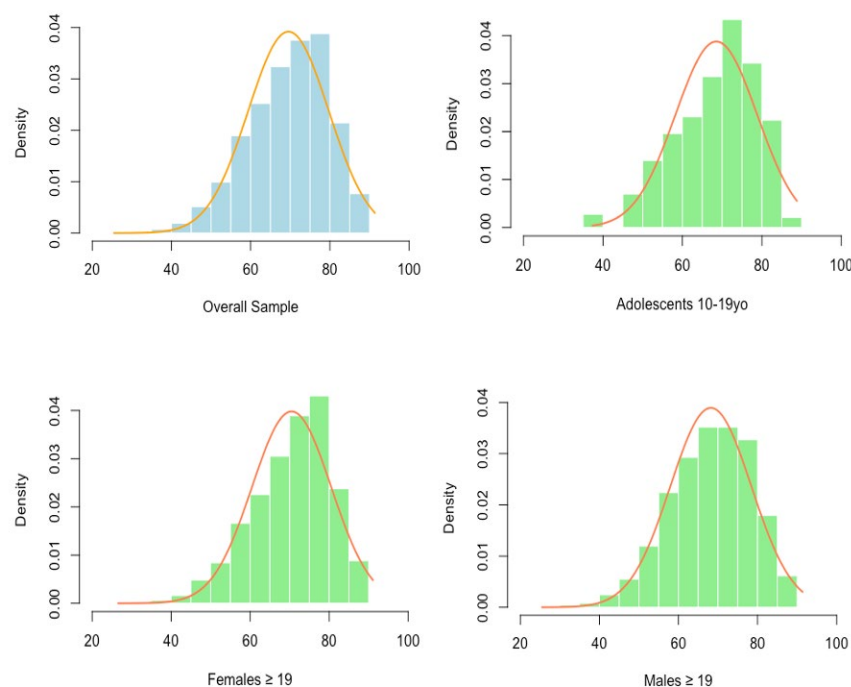
for construct validity was the principal component analysis that was used to assess multidimensionality of the metric based on the 9 components of the index and based on usual dietary intake. The eigenvalues and eigenvectors of the principal component analysis solution were assessed to confirm multidimensionality (variance of scores not explained by only one of its components). The association between component scores was also checked with Pearson correlation. Sampling weights were used to generalize results to the Brazilian population. Analyses were performed in R Studio Version 2023.06.1+524 (Posit Software, PBC).

## RESULTS

### Participants variability

Distribution of the total and components scores from the Brazilian metric based on usual dietary intake in Brazilians  $\geq 10$ yo are shown in Figure 1. The mean total score of the Brazilian index was of 65.65 (95%CI 65.55, 65.80) with a range from 40.11 (percentile 1) and 85.15 (percentile 99). Adolescents (64.36) and male adults (63.94) had the lowest total score and female adults (66.84) the highest. "Ceiling effects", i.e., greater proportion of individuals receiving maximum score, were observed for grains, meats and eggs, beans, and free sugars.

**Figure 1.** Estimated distribution of total dietary scores based on usual dietary intakes in Brazilians  $\geq 10$ yo from the 2017-18 Nutrition Focus House Budget Survey, Brazil (n = 16,254).



**Differences between components and total scores and subgroups**

Mean differences of components scores from the Brazilian index with population subgroups are presented on Figure 2. Overall females vs. males and food secure vs. insecure presented better diet quality for fruits and vegetables and dairy. Adolescents vs. adults did not show significant differences between components.

**Correlations between metrics and total energy intake**

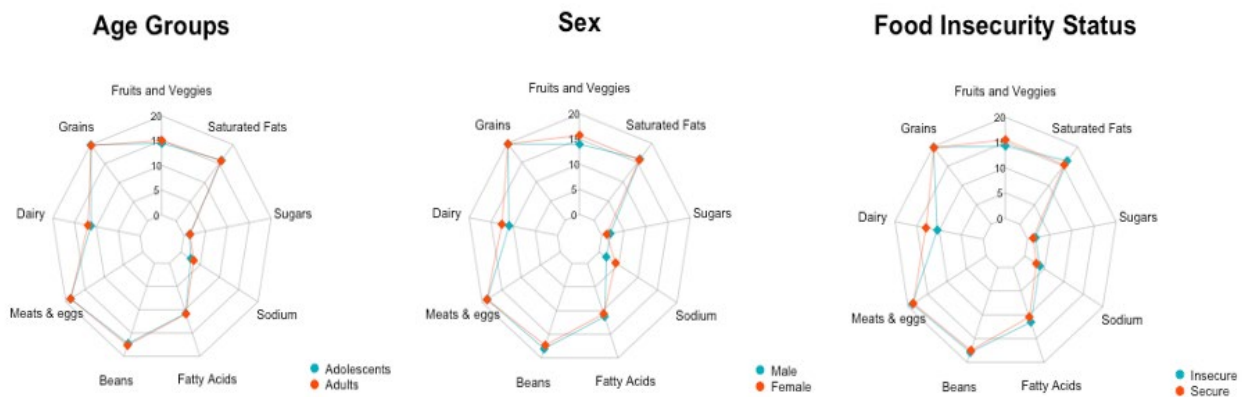
Table 2 depicts Pearson correlations between energy intake, components and total scores of the Brazilian metric. Sodium showed

the strongest negative correlation with energy ( $r = -0.52$ ). Total scores showed the strongest positive correlation for fruits and vegetables ( $r = 0.71$ ) and negative correlation for energy intake ( $r = -0.21$ ). In contrast, saturated fats were positively correlated with fatty acids ( $r = 0.52$ ). There was a strong positive correlation between the Brazilian and the US index ( $r = 0.75$ ) (data not shown).

**Principal components analysis of dietary components of the Brazilian Healthy Index**

Scores from the first four principal components analysis (PCA) (i.e., linear combinations) of the Brazilian dietary metric components accounted for 60% of the total variance. Fatty acids, saturated

**Figure 2.** Brazilian Healthy Eating Index – 2024 radar plots across the population subgroups, Nutrition focus House Budget Survey, 2017-18. Each component score is plotted as mean of its maximum points on 9 different axes. The outer edge of the radar represents 20, 10 or 5 depending on the component, while the center represents 0 of the maximum score of any component. Food security is the lack of consistent, dependable access to sufficient food for an active and healthy life.



**Table 2.** Pearson correlations between BHEI, 2024 components scores and energy intake of Brazilians ≥ 10yo from the Nutrition focus House Budget Survey, 2017-18

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.00	-0.03***	-0.02***	0.08***	-0.11***	0.05***	-0.03***	-0.52***	-0.09***	-0.11***	-0.21***
2		1.00	-0.01	0.08***	0.01	0.06***	-0.02***	0.03***	-0.32***	0.08***	0.71***
3			1.00	0.01*	0.03***	0.09***	0.01	-0.07***	-0.01**	0.10***	0.16***
4				1.00	-0.05***	-0.07***	-0.41***	-0.09***	-0.18***	-0.26***	0.23***
5					1.00	0.09***	0.07***	-0.01*	0.05***	0.03***	0.13***
6						1.00	0.13***	-0.11***	0.02**	0.12***	0.24***
7							1.00	0.02**	0.16***	0.52***	0.33***
8								1.00	0.09***	0.07***	0.31***
9									1.00	0.01*	0.00
10										1.00	0.43***
11											1.00

1 = Energy, 2 = Fruits and vegetables; 3 = Grains, 4 = Dairy, 5 = Meats and eggs, 6 = Beans, 7 = Fatty acids ratio, 8 = Sodium, 9 = Free sugars, 10 = Saturated Fats, and 11 = Total Score. \*p-value < 0.05; \*\*p-value < 0.01; \*\*\*p-value < 0.001

fats and dairy were the 3 components the most to the 1<sup>st</sup> principal component accounting for the largest proportion of the total variance (21%). The other 4 PCAs explained further information on total scores patterns of the Brazilians consisting with the multidimensional nature of dietary intake. For example, fruits and vegetables, and free sugars presented the most variance for the 2<sup>nd</sup> PCA (15%); for the 3<sup>rd</sup> were grains and beans (13%) and the 4<sup>th</sup> grains and meat (11%) (Table 3).

## DISCUSSION

The Brazilian Healthy Eating Index, 2024 was evaluated for construct validity and reliability to assess adherence to recommendation of the updated Food Pyramid, 2024<sup>10</sup> on healthy food choices. The index showed sufficient variation across Brazilians with significant differences in population subgroups: sex and food insecurity status; had a strong correlation with the American Healthy Eating Index-2020 and captured several dimensions of diet quality. There was consistency between components correlations, e.g., grains and beans were positively correlated.

**Table 3.** Principal components analysis of components scores of Brazilian Healthy Eating Index, 2024 among Brazilians  $\geq 10$ yo. Nutrition focus House Budget Survey, 2017-2018.

	PC1	PC2	PC3	PC4
Fruits and Vegetables	-0.09	-0.62	0.31	-0.19
Grains	0.06	0.21	-0.44	0.36
Dairy	-0.49	-0.11	-0.11	0.01
Meats	0.13	-0.05	-0.31	-0.85
Beans	0.19	-0.30	-0.46	-0.13
Fatty acids	0.59	-0.09	0.08	0.08
Sodium	0.09	0.19	0.57	-0.25
Sugar	0.26	0.58	-0.20	-0.04
Saturated Fats	0.51	-0.29	0.16	0.16
% variance	21.46	15.19	13.06	10.97
% cumulative	21.46	36.65	49.70	60.67

The total diet score demonstrated variability among Brazilians  $\geq 10$ yo and by subgroups: adolescents, females  $\geq 18$ yo and males  $\geq 18$ yo. However, distributions of grains and meats and eggs were skewed for maximum scores and free sugars for minimum scores. In the case of meats and eggs and grains most individuals were meeting the recommendations, but in the case of free sugars were consuming above the recommendations (free sugars were reversed scored). Even though, variability of total Brazilian healthy eating index, 2024 scores was adequate to demonstrate differences in diet quality according to sex and food insecurity status<sup>2</sup>. Further studies are needed to verify how other populations meet the recommendations of the updated 2024 food pyramid to be understood as good quality.

The strong correlation between the Brazilian healthy eating index, 2024 and the US Healthy Eating Index, 2020 reflected adherence to the 2020-2025 Dietary Guidelines for Americans<sup>2</sup>. Construct validity was supported taking into account that both indices reflect adherence to sets of recommendations that are based on similar body of evidence<sup>10</sup>. In addition, variability among individuals for the Brazilian index showed similar variability with the US index demonstrating construct validity, i.e., 21.56 in percentile 1 and 66.89 in percentile 99.

The nine components of the Brazilian index were weighted differently to capture adequate proportions based on the food pyramid recommendations, similarly to American HEI, 2020<sup>2</sup> and the 2019 Canadian Food Guide<sup>23</sup>. Most of the components were significantly correlated, indicating overlap of dietary behaviours, leading to indirectly providing more weight to that dietary behaviour<sup>24</sup>. The components free sugars ( $r = 0.16$ ) and dairy ( $r = -0.41$ ) were correlated with fatty acids, which can be explained by the fact that preparations or industrialized foods have both sugars and fats, and reduced consumption of dairy products or consumption low-fat dairies are linked to fatty acids. The effect of additional health and diet-relations should be investigated in future studies. Maybe weighting of the components can be change according to specific recommendations, e.g., specific population group (children vs. adults vs. older adults) or presence of disease or any other healthy condition that requires stricter cut-offs points. Nevertheless, modifying scoring standards may or may not reflect adherence to specific recommendations to the Food Pyramid as per the original purpose of the Brazilian index<sup>10</sup>. Further, females and food secure households, i.e., adequate access to food, showed a relatively better diet quality corroborating to other studies<sup>25,26</sup>. Taken together, results suggest that intake of specific dietary components, i.e., fruits and vegetables, milk and dairy and sodium components, may be particularly sensitive to sex and food insecurity differences<sup>5,27,28</sup>.

The strengths of the present study were the use of population-based data consistent to the aim of the of the index and several metrics to evaluate psychometric properties of the Brazilian index. However, limitations should be noticed. First dietary assessment methods are prone to random and systematic errors that can reflect on the quality of the estimates of diet. The estimated mean of the two 24h-recalls are prone to these errors as compared to food frequency questionnaires<sup>29</sup>. Second, changes over the time of the diet could not be assessed due to the cross-sectional design study. Third, evaluation among individuals with specific health conditions or other subgroups children and older people, could not be assessed. Fourth, Brazilian healthy eating index, 2024 was not assessed for health and diet health disparities. Lastly, the developing of a diet quality index based on the pyramid based on the Brazilian population might not allow for comparability to other countries and cultures.

## CONCLUSIONS

The Brazilian Healthy Eating Index, 2024 showed good psychometric properties that reflects to the recommendations of healthy eating to the 2024 updated food pyramid. Future research of Brazilian Healthy Eating Index, 2024 can be used as monitoring tool in public health research or as a tool for assessing a Brazilian dietary pattern and studying nutrition or diet health disparities.

## AUTHORS' CONTRIBUTIONS

ACBL and STP was involved in the conception and design of the study and interpretation of analysis. ACBL conducted statistical analysis and wrote the first draft of this manuscript. STP was involved in the adaptation of the food pyramid to the Brazilian context, to its dietary recommendations and to critically review this manuscript. All authors approved the final version of this manuscript.

## FUNDING

The authors declare that there has been no funding to carry out this study.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors state that there are no conflicts of interest when writing the manuscript.

## DATA AVAILABILITY

This study was a secondary analysis of the Brazilian House Budget Survey – 2017-18 data. All information was de-identified and vetted by a trained member of the Brazilian Geography Statistics Institute prior to their publicly released. Data can be found: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&t=microdados>

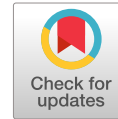
## REFERENCIAS

- (1) English LK, Ard JD, Bailey RL, Bates M, Bazzano LA, Boushey CJ, Brown C, Butera G, Callahan EH, Jesus J de, Mattes RD, Mayer-Davis EJ, Novotny R, Obbagy JE, Rahavi EB, Sabate J, Snetseelaar LG, Stoody EE, Horn LVV, Venkatramanan S, Heymsfield SB. Evaluation of Dietary Patterns and All-Cause Mortality: A Systematic Review. *JAMA Network Open*. 2021;4(8):E2122277. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.22277>
- (2) Shams-White MM, Pannucci TE, Lerman JL, Herrick KA, Zimmer M, Mathieu KM, Stoody EE, Reedy J. Healthy Eating Index-2020: Review and Update Process to Reflect the Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025. *J Acad Nutr Diet*. 2023;123(9):1280–1288. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2023.05.015>
- (3) Woodside J, Young IS, McKinley MC. Culturally adapting the Mediterranean Diet pattern - a way of promoting more “sustainable” dietary change? *Br J Nutr*. 2022;128(4):693–703. <https://doi.org/10.1017/S0007114522001945>
- (4) Aljuraiban GS, Gibson R, Oude Griep LM, Okuda N, Steffen LM, Van Horn L, Chan Q. Perspective: The Application of A Priori Diet Quality Scores to Cardiovascular Disease Risk—A Critical Evaluation of Current Scoring Systems. *Adv Nutr*. 2020;11(1):10–24. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz059>
- (5) Dalwood P, Marshall S, Burrows TL, McIntosh A, Collins CE. Diet quality indices and their associations with health-related outcomes in children and adolescents: an updated systematic review. *Nutr J*. 2020;19(1):118. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00632-x>
- (6) Bromage S, Batis C, Bhupathiraju SN, Fawzi WW, Fung TT, Li Y, Deitchler M, Angulo E, Birk N, Castellanos-Gutiérrez A, He Y, Fang Y, Matsuzaki M, Zhang Y, Moursi M, Gicevic S, Holmes MD, Isanaka S, Kinra S, Sachs SE, Stampfer MJ, Stern D, Willett WC. Development and Validation of a Novel Food-Based Global Diet Quality Score (GDQS). *J Nutr*. 2021;151(12 Suppl 2):75S-92S. <https://doi.org/10.1093/jn/nxab244>
- (7) Norde MM, Bromage S, Marchioni DML, Vasques AC, Deitchler M, Arsenaut J, de Carvalho AM, Velloso L, Willett W, Giovannucci E, Geloneze B. The global diet quality score as an indicator of adequate nutrient intake and dietary quality – a nationwide representative study. *Nutr J*. 2024;23(1):42. <https://doi.org/10.1186/s12937-024-00949-x>
- (8) Agurs-Collins T, Alvidrez J, ElShourbagy Ferreira S, Evans M, Gibbs K, Kowtha B, Pratt C, Reedy J, Shams-White M, Brown AG. Perspective: Nutrition Health Disparities Framework: A Model to Advance Health Equity. *Advances in Nutrition*. 2024;15(4):100194. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100194>
- (9) FAO, WHO. Food security indicators – latest updates and progress towards ending hunger and ensuring food security [Internet]. FAO/OMS; 2023. Available from: <https://www.fao.org/3/cc3017en/online/state-food-security-and-nutrition-2023/food-security-nutrition-indicators.html>
- (10) Philippi ST, Aquino R de C, da Silva EAFT, Leme ACB. Healthy lifestyle and sustainable behaviours: a proposal to the food pyramid for the Brazilian context. *Nutrition*. 2025;112771. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2025.112771>
- (11) Men F, Tarasuk V. Classification Differences in Food Insecurity Measures between the United States and Canada: Practical Implications for Trend Monitoring and Health Research. *J Nutr*. 2022;152(4):1082–1090. <https://doi.org/10.1093/jn/nxab447>
- (12) Fisberg RM, Slater B, Barros RR, Lima FD de, Cesar CLG, Carandina L, Barros MB de A, Goldbaum M. Índice de Qualidade da Dieta: avaliação da adaptação e aplicabilidade. *Revista de Nutrição*. 2004;17:301–318. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732004000300003>
- (13) Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb)*. 2015;25(2):141–151. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.015>
- (14) Swan GE, Powell NA, Knowles BL, Bush MT, Levy LB. A definition of free sugars for the UK. *Public Health Nutr*. 2018;21(9):1636–1638. <https://doi.org/10.1017/S136898001800085X>
- (15) Rana H, Mallet MC, Gonzalez A, Verreault MF, St-Pierre S. Free Sugars Consumption in Canada. *Nutrients*. 2021 Apr 27;13(5):1471. <https://doi.org/10.3390/nu13051471>

- (16) World Health Organization. Healthy diet [Internet]. 2020 [cited 2024 Feb 9]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- (17) Krebs-Smith SM, Pannucci TE, Subar AF, Kirkpatrick SI, Lerman JL, Toozé JA, Wilson MM, Reedy J. Update of the Healthy Eating Index: HEI-2015. *J Acad Nutr Diet*. 2018;118(9):1591–1602. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.05.021>
- (18) Guenther PM, Reedy J, Krebs-Smith SM. Development of the Healthy Eating Index-2005. *J Am Diet Assoc*. 2008;108(11):1896–1901. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.08.016>
- (19) Zhang S, Midthune D, Guenther PM, Krebs-Smith SM, Kipnis V, Dodd KW, Buckman DW, Toozé JA, Freedman L, Carroll RJ. A new multivariate measurement error model with zero-inflated dietary data and its application to dietary assessment. *Ann Appl Stat*. 2011;5(2B):1456–1487. <https://doi.org/10.1214/10-AOAS446>
- (20) Herrick KA, Rossen LM, Parsons R, Dodd KW. Estimating Usual Dietary Intake From National Health and Nutrition Examination Survey Data Using the National Cancer Institute Method. *Vital Health Stat 2*. 2018;(178):1–63.
- (21) Freedman LS, Commins JM, Moler JE, Arab L, Baer DJ, Kipnis V, Midthune D, Moshfegh AJ, Neuhauser ML, Prentice RL, Schatzkin A, Spiegelman D, Subar AF, Tinker LF, Willett W. Pooled results from 5 validation studies of dietary self-report instruments using recovery biomarkers for energy and protein intake. *Am J Epidemiol*. 2014;180(2):172–188. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu116>
- (22) Harrell FE. General Aspects of Fitting Regression Models. In: Harrell Jr Frank E, editor. *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2015 [cited 2024 Dec 26]. p. 13–44. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-19425-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19425-7_2)
- (23) Brassard D, Elvidge Munene LA, St-Pierre S, Gonzalez A, Guenther PM, Jessri M, Vena J, Olstad DL, Vatanparast H, Prowse R, Lemieux S, L'Abbe MR, Garriguet D, Kirkpatrick SI, Lamarche B. Evaluation of the Healthy Eating Food Index (HEFI)-2019 measuring adherence to Canada's Food Guide 2019 recommendations on healthy food choices. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2022;47(5):582–594. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0416>
- (24) van Lee L, Geelen A, van Huysduynen EJCH, de Vries JHM, van't Veer P, Feskens EJM. The Dutch Healthy Diet index (DHD-index): an instrument to measure adherence to the Dutch Guidelines for a Healthy Diet. *Nutr J*. 2012;11(1):49. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-49>
- (25) Leme AC, Muszynski D, Mirotta JA, Carroll N, Hogan JL, Jewell K, et al. Diet quality of Canadian preschool children: associations with socio-demographic characteristics. *Can J Diet Pract Res*. 2021;82(3):131–135. <https://doi.org/10.3148/cjdpr-2021-009>
- (26) McNaughton SA. Dietary Patterns and Diet Quality: Approaches to Assessing Complex Exposures in Nutrition. *Australasian Epidemiologist*. 2020;17(1):35–37.
- (27) Kang M, Park SY, Shvetsov YB, Wilkens LR, Marchand LL, Boushey CJ, Paik HY. Sex differences in sociodemographic and lifestyle factors associated with diet quality in a multiethnic population. *Nutrition*. 2019;66:147–152. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.11.022>
- (28) Thomson JL, Tussing-Humphreys LM, Goodman MH, Landry AS. Diet quality in a nationally representative sample of American children by sociodemographic characteristics. *Am J Clin Nutr*. 2019;109(1):127–138. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy284>
- (29) Kirkpatrick SI, Baranowski T, Subar AF, Toozé JA, Frongillo EA. Best Practices for Conducting and Interpreting Studies to Validate Self-Report Dietary Assessment Methods. *J Acad Nutr Diet*. 2019;119(11):1801–1816. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2019.06.010>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics


[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Asociación entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil en adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2: Estudio transversal en un hospital de referencia de Callao, Perú

➤ The association between calf circumference and handgrip strength in older adults with type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study at a referral hospital in Callao, Peru

Andy Arakaki Santiago<sup>a</sup>, Nestor Lopez Aviles<sup>a</sup>, Diana Quispe Arbildo<sup>b</sup> y Jamee Guerra Valencia<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Carrera de Nutrición y Dietética, Universidad San Ignacio del Loyola, Lima, Perú.

<sup>b</sup> Servicio de Nutrición. Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren, Callao, Perú.

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

\*[jamee.guerra@upn.pe](mailto:jamee.guerra@upn.pe)

Editor Asignado: Cristina Ruano-Rodríguez, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), España.

Recibido: 26/01/2025; Aceptado: 26/03/2025; Publicado: 18/05/2025

#### PALABRAS CLAVE

Fuerza de la mano

Diabetes Mellitus  
Tipo 2

Anciano

Perímetro de  
pantorrilla

Perú

#### RESUMEN

**Introducción:** El perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil son indicadores antropométricos utilizados para evaluar la funcionalidad muscular y predecir desenlaces adversos como fragilidad y discapacidad. Aunque estas medidas han sido estudiadas en poblaciones comunitarias, su asociación en adultos mayores hospitalizados con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) sigue siendo poco explorada.

**Objetivo:** Analizar la asociación entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil en adultos mayores hospitalizados con DM2.

**Metodología:** Estudio observacional analítico transversal realizado en 87 adultos mayores hospitalizados en el Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren (Perú) entre mayo y junio de 2024. La variable de exposición fue el perímetro de pantorrilla, medido en centímetros, bajo protocolos estandarizados. La variable de desenlace fue la fuerza prensil, expresada en kilogramos. Se ajustaron y reportaron modelos lineales generalizados con enlace identidad y familia Gaussiana, con sus respectivos intervalos de confianza (IC 95%). Se consideraron como variables de ajuste la edad, sexo e índice de masa corporal.

**Resultados:** El 60,92% de los participantes eran varones, y la media de edad fue de 68,9 años. El perímetro de pantorrilla tuvo la mayor correlación con la fuerza prensil entre los indicadores evaluados ( $r = 0,62$ ). El perímetro de pantorrilla mostró una asociación positiva significativa con la fuerza prensil ( $\beta$  ajustado = 1,28; IC 95%: 0,92–1,62;  $p < 0,001$ ). En el análisis estratificado, la asociación fue mayor en varones ( $\beta = 1,54$ ; IC 95%: 1,08–1,99;  $p < 0,001$ ) que en mujeres ( $\beta = 1,02$ ; IC 95%: 0,35–1,68;  $p = 0,003$ ).

**Conclusiones:** El perímetro de pantorrilla se asocia positivamente con la fuerza prensil en adultos mayores hospitalizados con DM2. Estos hallazgos respaldan su utilidad como marcador funcional accesible en contextos hospitalarios y sugieren la necesidad de estudios longitudinales para confirmar estos hallazgos.

## KEYWORDS

Hand grip  
Diabetes Mellitus,  
Type 2  
Aged  
Calf circumference  
Peru

## ABSTRACT

**Introduction:** Calf circumference and handgrip strength are anthropometric indicators used to assess muscle functionality and predict adverse outcomes such as frailty and disability. Although these measures have been studied in community settings, their association in hospitalized older adults with type 2 diabetes mellitus (T2DM) remains underexplored.

**Objective:** To analyze the association between calf circumference and handgrip strength in hospitalized older adults with T2DM.

**Methods:** This cross-sectional analytical study was conducted in 87 hospitalized older adults at the Alberto Sabogal Sologuren National Hospital (Peru) from May to June 2024. The exposure variable was calf circumference, measured in centimeters using standardized protocols. The outcome variable was handgrip strength, expressed in kilograms. Generalized linear models with an identity link and Gaussian family were fitted and reported with their respective 95% confidence intervals (95% CI). Age, sex, and body mass index were included as adjustment variables.

**Results:** Of the participants, 60.92% were men, and the mean age was 68.9 years. Calf circumference showed the highest correlation with handgrip strength among the evaluated indicators ( $r = 0.62$ ). A significant positive association was observed between calf circumference and handgrip strength (adjusted  $\beta = 1.28$ ; 95% CI: 0.92–1.62;  $p < 0.001$ ). Stratified analysis revealed a stronger association in men ( $\beta = 1.54$ ; 95% CI: 1.08–1.99;  $p < 0.001$ ) compared to women ( $\beta = 1.02$ ; 95% CI: 0.35–1.68;  $p = 0.003$ ).

**Conclusions:** Calf circumference is positively associated with handgrip strength in hospitalized older adults with T2DM. These findings support its utility as an accessible functional marker in hospital settings and highlight the need for longitudinal studies to confirm these results.

MENSAJES  
CLAVE

1. Este estudio reveló que por cada centímetro adicional en el perímetro de pantorrilla, se observa un incremento de 1,28 kg en la fuerza prensil (IC 95%: 0,92–1,62), subrayando su relevancia como marcador funcional en DM2.
2. Se identificó que la asociación entre perímetro de pantorrilla y fuerza prensil es más pronunciada en varones ( $\beta = 1,54$ ; IC 95%: 1,08–1,99) que en mujeres ( $\beta = 1,02$ ; IC 95%: 0,35–1,68).
3. Esta investigación respalda el uso del perímetro de pantorrilla como una herramienta práctica, accesible y económica para evaluar la funcionalidad muscular en entornos hospitalarios.

## CITA

Arakaki Santiago A, López Aviles N, Quispe Arbildo D, Guerra Valencia J. The association between calf circumference and handgrip strength in older adults with type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study at a referral hospital in Callao, Peru. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2399.  
doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2399>

## INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad crónica que afecta a millones de personas en todo el mundo y constituye una de las principales causas de morbilidad<sup>1</sup>. En Perú, la prevalencia de DM2 en adultos mayores ha experimentado un crecimiento en el periodo del 2018 a 2023, con cifras que alcanzan una prevalencia de 14%<sup>2</sup>. Esta población no solo enfrenta un mayor riesgo cardiovascular<sup>3,4</sup>, sino también un deterioro progresivo de la masa y fuerza muscular asociado a la DM2, lo que incrementa el riesgo de fragilidad<sup>5</sup> y discapacidad física<sup>6</sup>. En adultos mayores, estas complicaciones se ven exacerbadas por el envejecimiento biológico, aumentando la vulnerabilidad a eventos adversos como caídas, hospitalizaciones prolongadas y mortalidad<sup>7</sup>. Dado este panorama, la evaluación de la funcionalidad muscular se vuelve crucial para identificar a las personas en mayor riesgo y diseñar intervenciones más efectivas.

La fuerza prensil se ha establecido como un marcador clínico simple, confiable y ampliamente utilizado para evaluar la funcionalidad muscular<sup>8</sup>. Asimismo, la fuerza prensil es un predictor de desenlaces adversos como mortalidad y discapacidad<sup>8</sup>. Sin embargo, en entornos hospitalarios, la implementación rutinaria de la fuerza prensil enfrenta barreras como la falta de tiempo y recursos para su integración en la práctica diaria<sup>9</sup>. En este contexto, es necesario explorar herramientas accesibles, económicas y prácticas tal como el perímetro de la pantorrilla. Esta es una medida antropométrica sencilla y económica que se asocia con la fuerza prensil<sup>10,11</sup> y permite evaluar la masa muscular. Aunque se ha reportado que el perímetro de pantorrilla se asocia positivamente con la fuerza prensil en adultos mayores con DM2 no hospitalizados<sup>11</sup>, en entornos hospitalarios, donde predominan mayores niveles de comorbilidad y vulnerabilidad, la evidencia sobre su utilidad es limitada.

En Perú, las guías nacionales para la evaluación nutricional antropométrica incluyen el perímetro de pantorrilla como un indicador antropométrico de masa muscular en adultos mayores<sup>12</sup>. Sin embargo, aún es limitada la evidencia que respalde su asociación con la funcionalidad muscular en pacientes con DM2 en contextos hospitalarios. Este vacío dificulta la implementación de estrategias de intervención adaptadas a las necesidades de esta población vulnerable. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la asociación entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil en pacientes adultos mayores hospitalizados con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2. A priori se esperaba encontrar una asociación positiva entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil en esta población.

## METODOLOGÍA

### Diseño

Estudio observacional analítico de corte transversal.

### Población y muestra

La población estuvo constituida por los pacientes adultos mayores ingresados a las áreas de endocrinología y medicina interna del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren de la Provincia Constitucional del Callao, durante el periodo de mayo a junio del año 2024. Este hospital es el principal centro de referencia dentro de la Red Prestacional Sabogal de EsSalud (seguro social de salud) y atiende asegurados referidos de 27 centros asistenciales dentro de la Provincia Constitucional del Callao, misma que es una de las más densamente pobladas del país<sup>13</sup>. Como criterios de inclusión se consideró a pacientes de ambos sexos, con edad  $\geq 60$  años, diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) verificado en el registro de historia clínica y que estuvieran hospitalizados en los servicios de medicina interna y endocrinología. Se excluyó del estudio a los pacientes no orientados, con enfermedad renal crónica en todos sus estadios, aquellos que llevaran algún tipo de rehabilitación física, con comorbilidades cardiovasculares y respiratorias y a aquellos con edema en miembros inferiores.

Se calculó el tamaño de muestra con el software G\*Power 3.1. Se utilizó un nivel de significancia de 5%, potencia de 99%, coeficiente beta para regresión lineal simple de 0,42 para la relación entre perímetro de pantorrilla y fuerza de presión manual según lo reportado por un estudio previo<sup>11</sup>. El tamaño de muestra estimado fue de 88 participantes, sin embargo, el número final de pacientes incluidos en el análisis fue de 87. El muestreo fue no probabilístico de tipo consecutivo. El reclutamiento se realizó durante el periodo mayo a junio del 2024.

### Variables y medidas

#### Variable respuesta

La variable respuesta fue la fuerza prensil medida con un dinamómetro electrónico CAMRY EH101 (rango: 0-90 kg; precisión: 0,1 kg). La medición de la fuerza prensil se realizó según los estándares internacionales<sup>14,15</sup>, con los pacientes sentados con la espalda apoyada en el respaldo de su cama y el brazo dominante en un ángulo de 90°. Se realizó la maniobra de presión por 5 segundos, seguido de un descanso de 120 segundos para volver a repetir la prueba. Se consideró el valor más alto de las dos

mediciones para el análisis según lo recomendado por estándares internacionales<sup>14</sup>. La fuerza prensil fue analizada como variable continua y categórica. Para este último fin, se utilizó los puntos de corte de 16 kg y 27 kg, en mujer y varón, respectivamente, para definir una baja fuerza muscular según las guías del grupo europeo para el diagnóstico de sarcopenia (EWGSOP-II)<sup>16</sup>.

#### Variable de exposición

La variable de exposición fue el perímetro de pantorrilla medido con una cinta métrica metálica inextensible Avanutri (rango: 0 - 2 m; precisión: 1 mm). La medición del perímetro de pantorrilla se realizó con el paciente recostado en la cabecera de su cama, formando un ángulo de 90° grados con en la articulación de la rodilla. Luego se procedió a colocar la cinta alrededor de la pantorrilla utilizando la técnica de manos cruzadas, deslizándose y ajustándose hasta ubicar la cinta en el plano perpendicular sobre el eje largo de la pierna, sin tensar la cinta excesivamente sobre la piel. Se registró el mayor valor del perímetro. Aunque se ha propuesto que para la detección de sarcopenia la medición del perímetro de pantorrilla se realice en posición de bipedestación<sup>17</sup>, esta recomendación es aplicable a entornos de comunidad. Además, considerando las características clínicas de los pacientes evaluados y que la sensibilidad y especificidad de la medición en posición sedente o de bipedestación, ha mostrado ser similar para el desenlace de sarcopenia<sup>17</sup>, para el presente estudio se consideró la medición del perímetro de pantorrilla en sedestación. Finalmente el perímetro de pantorrilla fue analizado como variable continua para fines del análisis de asociación. Adicionalmente, con fines descriptivos, el perímetro de pantorrilla se presentó como variable categórica binaria. Para este último fin, se utilizó el punto de corte de 31 cm según lo recomendado por la guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta mayor, de Perú<sup>12</sup>.

#### Covariables

Se consideró como covariables el sexo, edad en años y el índice de masa corporal (IMC) calculado como el peso(kg)/[talla(m)]<sup>2</sup>. Esta información fue obtenida de las historias clínicas. La edad se categorizó en terciles. El IMC se categorizó utilizando los siguientes puntos de corte: delgadez:  $\leq 23,0$  kg/m<sup>2</sup>; normal:  $> 23$  a  $< 28$  kg/m<sup>2</sup> y sobrepeso-obesidad:  $\geq 28$  kg/m<sup>2</sup><sup>12</sup>.

#### Análisis estadístico

Se empleó STATA v18.0. Los análisis descriptivos se presentaron como frecuencias absolutas y porcentajes para las variables categóricas, y con la media y desviación estándar para las variables numéricas. El análisis de la fuerza prensil en función de las características de la muestra, se realizó con la prueba T-Student o ANOVA de un factor, según correspondiera. Se realizó el análisis de correlación para las variables perímetro de pantorrilla, IMC, peso, talla, edad y fuerza prensil con la prueba de correlación de Pearson. Para el análisis de regresión, se ajustó un modelo lineal

generalizado con enlace identidad y familia Gaussian. Se obtuvo el coeficiente beta crudo y ajustado ( $\beta$  crudo y  $\beta$  ajustado) con IC 95% para el total de la muestra y estratificado por sexo. Se consideró variables de ajuste al sexo, IMC categorizado y la edad categorizada según lo reportado previamente<sup>11</sup>. Se consideró significativo  $p < 0,05$  para todos los análisis.

#### Consideraciones éticas

El estudio obtuvo aprobación ética del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren (Código de aprobación de comité número 118). Se explicó a los participantes detalladamente el propósito del estudio y se obtuvo el consentimiento informado. Se cumplieron los estándares éticos de la Declaración de Helsinki.

## RESULTADOS

Se estudió un total de 87 pacientes. La mayor parte de la muestra estuvo conformada por varones (60,92%). Solo un quinto de los pacientes presentó sobrepeso u obesidad (20,19%). Aproximadamente la mitad presentó un nivel bajo de fuerza prensil según los criterios EWGSOP-II (55,17%) y la mayoría tuvo un perímetro de pantorrilla normal (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características de la muestra (n=87)

Características	n (%)
Sexo	
Mujer	34 (39,08)
Varón	53 (60,92)
Edad	
60 a 65 años	30 (34,48)
66 a 72 años	30 (34,48)
73 a 92 años	27 (31,03)
IMC categorizado	
Delgadez	30 (34,48)
Normal	39 (44,83)
Sobrepeso-obesidad	18 (20,69)
Nivel de fuerza prensil	
Normal	39 (44,83)
Baja	48 (55,17)
Perímetro de pantorrilla	
Baja	27 (31,03)
Normal	60 (68,97)
Fuerza prensil (kg) <sup>¶</sup>	18,43 (6,88)
Perímetro de pantorrilla (cm) <sup>¶</sup>	32,76 (3,62)

<sup>¶</sup> Se expresa como media (D.E)

Se observó diferencias significativas de la fuerza prensil para el sexo y el nivel de perímetro de pantorrilla. Específicamente, los varones y aquellos con perímetro de pantorrilla normal registraron mayores valores de fuerza prensil que sus pares femeninos y con perímetro de pantorrilla baja (Tabla 2).

**Tabla 2.** Fuerza prensil (kg) según las características de la muestra

Características	Media (D.E)	Valor de p
Sexo <sup>†</sup>		
Mujer	15,10 (5,42)	<0,001
Varón	20,54 (6,92)	
Edad <sup>‡</sup>		
60 a 65 años	18,17 (7,29)	0,862
66 a 72 años	19,45 (7,15)	
73 a 92 años	17,58 (6,16)	
IMC categorizado <sup>‡</sup>		
Delgadez	16,06 (7,16)	0,509
Normal	19,21 (6,32)	
Sobrepeso-obesidad	20,68 (6,78)	
Perímetro de pantorrilla <sup>†</sup>		
Baja	13,53 (5,88)	<0,001
Normal	20,63 (6,15)	

<sup>†</sup> Evaluado mediante la prueba T Student.

<sup>‡</sup> Evaluado mediante la prueba ANOVA de un factor

El análisis de correlación reveló asociación significativa y positiva para todos los indicadores antropométricos evaluados y la fuerza prensil ( $p < 0,05$ ), donde el perímetro de pantorrilla obtuvo el mayor coeficiente de correlación ( $r = 0,62$ ). No se encontró asociación entre la edad en años y la fuerza prensil (Tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis de correlación entre diferentes variables y fuerza prensil (kg)

Variables	Fuerza prensil (kg)		
	r	IC 95%	Valor de p
Perímetro de pantorrilla (cm)	0,62	(0,47 – 0,76)	<0,001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,29	(0,10 – 0,49)	0,006
Peso (kg)	0,44	(0,26 – 0,6)	<0,001
Talla (cm)	0,29	(0,07 – 0,47)	0,007
Edad (años)	0,005	(-0,20 – 0,21)	0,960

r: Coeficiente de correlación de Pearson

El análisis de regresión múltiple evidenció una asociación positiva entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil para la muestra total, con un  $\beta = 1,28$  (IC 95%: 0,92 -1,62) después de ajustar por

covariables. El análisis estratificado por sexo mostró un  $\beta = 1,54$  (IC 95%: 1,08 -1,99) y  $\beta = 1,02$  (IC 95%: 0,35 -1,68) para varones y mujeres, respectivamente (Tabla 4).

**Tabla 4.** Análisis de regresión lineal múltiple para la relación entre perímetro de pantorrilla (cm) y fuerza prensil (kg)

	Modelo	Fuerza prensil (kg)	
		$\beta$ (IC 95%)	Valor de p
Total (n=87)	Modelo crudo	1,20 (0,89 -1,51)	<0,001
	Modelo ajustado	1,28 (0,92 -1,62)	<0,001
Varones (n=53)	Modelo crudo	1,23 (0,91 -1,55)	<0,001
	Modelo ajustado	1,54 (1,08 -1,99)	<0,001
Mujeres (n=34)	Modelo crudo	1,01 (0,45 -1,58)	<0,001
	Modelo ajustado	1,02 (0,35 -1,68)	0,003

Modelo crudo: no ajustado por covariables. Modelo ajustado: por sexo, IMC categorizado y edad categorizada

## DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la asociación entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil en adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2, hospitalizados. Los resultados revelaron una asociación positiva entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza de presión manual, donde por cada centímetro de cambio del perímetro de pantorrilla, la fuerza prensil se modifica en 1,28 kg. Asimismo, el análisis estratificado por el sexo, reveló asociaciones positivas entre las variables de estudio con un mayor coeficiente para los varones ( $\beta = 1,54$ ) que para las mujeres ( $\beta = 1,02$ ).

La asociación observada entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil en este estudio fue positiva. Este hallazgo es consistente con lo reportado por diferentes estudios que documentan que el perímetro de pantorrilla se asocia tanto con medidas de fuerza muscular, así como otros indicadores de funcionalidad<sup>10,11,18-20</sup>. Por ejemplo, un estudio realizado en el departamento de geriatría de un hospital en China, reportó que un bajo perímetro de pantorrilla se asoció con una prevalencia 25% mayor de presentar fragilidad en adultos mayores con DM2<sup>18</sup>. Asimismo, en un servicio de geriatría en Perú, se observó que el riesgo de caídas en pacientes con un perímetro de pantorrilla inferior a 31 cm, fue 4,5 veces mayor que el observado en los pares con valores normales de pantorrilla<sup>20</sup>. Otros estudios desarrollados en entornos de comunidad han reportado resultados similares respecto a la asociación entre el perímetro de pantorrilla y desenlaces de funcionalidad física<sup>10,11,19</sup>. Estas asociaciones pueden explicarse porque el perímetro de la pantorrilla no solo refleja la masa muscular periférica, sino también la calidad muscular, que influye directamente en la capacidad funcional. Adicionalmente, los valores bajos del perímetro de la pantorrilla podrían estar relacionados con procesos metabólicos alterados, como inflamación crónica o resistencia a la insulina<sup>21</sup>,

que son comunes en pacientes con DM2 y que impactan negativamente en la funcionalidad física<sup>5,6</sup>.

El hallazgo de una mayor asociación en varones ( $\beta = 1,54$ ) en comparación con mujeres ( $\beta = 1,02$ ) puede atribuirse a diferencias en la calidad muscular y su distribución. Estudios previos en entornos de comunidad han documentado que estas variaciones son comunes en adultos mayores<sup>11</sup>. Estas diferencias podrían estar relacionadas con las diferencias en composición corporal atribuidas al sexo<sup>22</sup>, así como la disminución de estrógenos en mujeres postmenopáusicas, que pueden contribuir a una menor calidad muscular y a una mayor susceptibilidad a la sarcopenia<sup>23</sup>, lo que atenuaría la relación entre las variables exploradas. Este hallazgo resalta la importancia de considerar las diferencias por sexo al interpretar los resultados.

Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicancias para la práctica clínica, especialmente en el manejo de adultos mayores hospitalizados con DM2. El perímetro de pantorrilla, al ser una medida sencilla, no invasiva y de bajo costo, constituye una herramienta accesible para evaluar la funcionalidad muscular en entornos hospitalarios. Esto es particularmente relevante en el contexto de limitaciones de recursos, donde herramientas más complejas, como la dinamometría, pueden no estar disponibles o ser de difícil implementación rutinaria<sup>9</sup>.

La inclusión del perímetro de pantorrilla en las guías nacionales peruanas para la evaluación antropométrica de adultos mayores refuerza su validez clínica como indicador de masa muscular<sup>12</sup>. En esta línea, los resultados del presente estudio destacan su aplicabilidad específica en pacientes hospitalizados con DM2, una población que enfrenta mayores niveles de comorbilidad y deterioro funcional<sup>5,6</sup>. De manera conjunta, al considerar la evidencia previa que asocia un perímetro de pantorrilla bajo con desenlaces como fragilidad y riesgo de caídas, los hallazgos del presente estudio sugieren que la medición del perímetro de pantorrilla en adultos mayores con DM2 en entornos hospitalarios, es de relevancia clínica y tiene el potencial de servir en la identificación de pacientes en riesgo de funcionalidad física alterada y consecuentemente colaborar en la implementación de intervenciones oportunas.

Este estudio tiene limitaciones que deben ser consideradas. El diseño transversal impide establecer causalidad entre el perímetro de la pantorrilla y la fuerza prensil. La muestra reclutada provino de un único hospital de referencia, lo que podría limitar la generalización de los resultados a otros entornos o poblaciones con DM2. Sin embargo, el hospital estudiado es el principal centro de referencia de la red de la Provincia Constitucional del Callao seguro social de salud de Perú y atiende pacientes derivados de 27 centros asistenciales de esta provincia que es una de las más densamente pobladas del país<sup>13</sup>. Aunque los análisis ajustaron por covariables como el sexo, la edad y el IMC, no se incluyeron otros factores potencialmente relevantes como el estado inflamatorio y la ingesta dietética, por lo que la confusión residual no se puede descartar. Finalmente, aunque las mediciones fueron realizadas

con protocolos estandarizados, la evaluación del perímetro de pantorrilla en posición sedente puede diferir de la bipedestación recomendada en contextos comunitarios, aunque esta decisión fue adecuada para las condiciones hospitalarias de los participantes.

## CONCLUSIONES

Este estudio demostró una asociación positiva entre el perímetro de pantorrilla y la fuerza prensil en adultos mayores hospitalizados con diabetes mellitus tipo 2, con una mayor magnitud en varones. Estos resultados resaltan el potencial del perímetro de pantorrilla como marcador funcional accesible para esta población y su utilidad en contextos hospitalarios.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización, A.A.S, N.L.A y J.G.V; metodología, A.A.S y J.G.V; análisis, J.G.V; investigación, A.A.S; limpieza de datos, J.G.V; recursos; A.A.S y D.Q.A ; redacción – preparación del borrador, A.A.S; N.L.A y J.G.V; redacción – revisión y edición, A.A.S, N.L.A, D.Q.A y J.G.V; visualización, J.G.V; supervisión, N.L.A y J.G.V. Todos los autores han leído y acordado la versión publicada del manuscrito.

## FINANCIACIÓN

Los autores declaran que no ha existido financiación para realizar este estudio.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

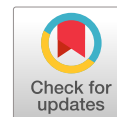
## REFERENCIAS

- (1) Ye J, Wu Y, Yang S, Zhu D, Chen F, Chen J, et al. The global, regional and national burden of type 2 diabetes mellitus in the past, present and future: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2019. *Front Endocrinol.* 2023;14: 1192629. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1192629>
- (2) Instituto Nacional de Estadística e Informática Perú. Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles 2023. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2024. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1951/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1951/libro.pdf)
- (3) Einarson TR, Acs A, Ludwig C, Panton UH. Prevalence of cardiovascular disease in type 2 diabetes: a systematic literature review of scientific evidence from across the world in 2007–2017. *Cardiovasc Diabetol.* 2018;17(1):83. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0728-6>
- (4) Moradi Y, Baradaran HR, Djalalinia S, Chinesh A, Khamseh ME, Dastoorpoor M, et al. Complications of type 2 diabetes in Iranian

- population: An updated systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.* 2019;13(3):2300-12. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.05.018>
- (5) Romera-Liebana L, Urbina-Juez A, Micó-Pérez RM, Mediavilla Bravo JJ, Marco Martínez A, Gómez-Peralta F, et al. Assessment of frailty in the person with type 2 diabetes mellitus: Expert analysis. *Rev Clínica Esp Engl Ed.* 2023;223(9):552-61. <https://doi.org/10.1016/j.rceng.2023.09.008>
- (6) Wong E, Backholer K, Gearon E, Harding J, Freak-Poli R, Stevenson C, et al. Diabetes and risk of physical disability in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2013;1(2):106-14. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(13\)70046-9](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(13)70046-9)
- (7) Sinclair A, Dunning T, Rodríguez-Mañas L. Diabetes in older people: new insights and remaining challenges. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2015;3(4):275-85. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70176-7](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70176-7)
- (8) Bohannon RW. Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clin Interv Aging.* 2019;14(null):1681-91. <https://doi.org/10.2147/CIA.S194543>
- (9) Ibrahim K, May CR, Patel HP, Baxter M, Sayer AA, Roberts HC. Implementation of grip strength measurement in medicine for older people wards as part of routine admission assessment: identifying facilitators and barriers using a theory-led intervention. *BMC Geriatr.* 2018;18(1):79. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0768-5>
- (10) Landi F, Onder G, Russo A, Liperoti R, Tosato M, Martone AM, et al. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clin Nutr.* 2014;33(3):539-44. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2013.07.013>
- (11) Wang P-C, Yeh W-C, Tsai Y-W, Chen J-Y. Calf circumference has a positive correlation with physical performance among community-dwelling middle-aged, older women. *Front Public Health.* 2022;10:1038491. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1038491>
- (12) Ministerio de Salud Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta mayor. 2013. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/321109-guia-tecnica-para-la-valoracion-nutricional-antropometrica-de-la-persona-adulta-mayor>
- (13) Instituto Nacional de Estadística e Informática. Provincia constitucional del Callao. Resultados definitivos. Lima, Perú; 2018. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1580/07TOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1580/07TOMO_01.pdf)
- (14) Chen L-K, Woo J, Assantachai P, Auyeung T-W, Chou M-Y, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020;21(3):300-307.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>
- (15) Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing.* 2011;40(4):423-9. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr051>
- (16) Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48(1):16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- (17) Rose Berlin Piodena-Aportadera M, Lau S, Chew J, Lim JP, Ismail NH, Ding YY, et al. Calf Circumference Measurement Protocols for Sarcopenia Screening: Differences in Agreement, Convergent Validity and Diagnostic Performance. *Ann Geriatr Med Res.* 2022;26(3):215-24. <https://doi.org/10.4235/agmr.22.0057>
- (18) Zhu Y-X, Zhang Y, Wang Y-Y, Ren C-X, Xu J, Zhang X-Y. Low calf circumference is associated with frailty in diabetic adults aged over 80 years. *BMC Geriatr.* 2020;20(1):414. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01830-2>
- (19) Xu KY, Wang JJ, Chen J, Zhao X, Yuan LF, Zhang Q. Calf circumference predicts frailty in older adults: the Chinese longitudinal healthy longevity survey. *BMC Geriatr.* 2022;22(1):936. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03644-w>
- (20) Díaz-Villegas G, Parodi JF, Merino-Taboada A, Perez-Agüero C, Castro-Viacava G, Runzer-Colmenares FM. Calf circumference and risk of falls among Peruvian older adults. *Eur Geriatr Med.* 2016;7(6):543-6. <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2016.01.005>
- (21) Park JS, Cho MH, Ahn CW, Kim KR, Huh KB. The association of insulin resistance and carotid atherosclerosis with thigh and calf circumference in patients with type 2 diabetes. *Cardiovasc Diabetol.* 2012;11(1):62. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-11-62>
- (22) Garagarza C, Flores AL, Valente A. Influence of Body Composition and Nutrition Parameters in Handgrip Strength: Are There Differences by Sex in Hemodialysis Patients? *Nutr Clin Pract.* 2018;33(2):247-54. <https://doi.org/10.1177/0884533617725512>
- (23) Lee J-Y, Lee D-C. Muscle strength and quality are associated with severity of menopausal symptoms in peri- and post-menopausal women. *Maturitas.* 2013;76(1):88-94. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.06.007>

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

## Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

### RESEARCH ARTICLE

## Redefining Carob-by Products as Functional Ingredients for the Future Foods

➤ Redefinición de los subproductos de algarroba como ingredientes funcionales para los alimentos del futuro

Noelia Castillejo<sup>a</sup>, Héctor Gómez Llorente<sup>a,\*</sup>, Susana Ribes<sup>a</sup>, Jose M. Barat<sup>a</sup> & Édgar Pérez-Estevé<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-Food UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain.

\*[hecgollo@upv.es](mailto:hecgollo@upv.es)

Assigned Editor: Rafael Almendra-Pegueros, Institut de Recerca Sant Pau (IR SANT PAU), Barcelona, España.

Received: 27/03/2025; Accepted: 30/06/2025; Published: 30/06/2025.

#### KEYWORDS

*Ceratonia siliqua* L.

Fractions

Revalorization

Sustainability

Innovation

#### ➤ ABSTRACT

**Introduction:** For decades, the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) has been a cornerstone of Mediterranean agriculture, primarily used as livestock feed. Emerging research now highlights its remarkable nutritional and functional potential, positioning carob by-products as valuable ingredients for the next generation of functional foods.

**Methodology:** This comprehensive review examines the nutritional profile, phytochemical composition, and health-promoting properties of carob derivatives, integrating evidence from in vitro studies to assess their antioxidant, antibacterial, anticarcinogenic, and anti-inflammatory activities.

**Results:** Carob by-products are naturally rich in insoluble fiber and bioactive compounds — including phenolic compounds, inositols, and essential vitamins — with confirmed functional properties that make them promising candidates for developing health-enhancing food products. Their upcycling also aligns with circular economy and sustainability principles.

**Conclusions:** Carob emerges as a versatile, plant-based ingredient with strong potential to shape the future of functional foods. Continued research will drive innovation and reinforce its role in eco-friendly, health-promoting food systems.



## PALABRAS CLAVE

*Ceratonia siliqua* L.

Fracciones

Revalorización

Sostenibilidad

Innovación

## RESUMEN

**Introducción:** Durante décadas, el algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) ha sido un pilar de la agricultura mediterránea, utilizado principalmente como alimento para el ganado. Investigaciones recientes destacan su notable potencial nutricional y funcional, posicionando sus subproductos como ingredientes valiosos para la próxima generación de alimentos funcionales.

**Metodología:** Esta revisión integral analiza el perfil nutricional, la composición fitoquímica y las propiedades beneficiosas para la salud de los derivados del algarrobo, integrando evidencia procedente de estudios in vitro para evaluar sus actividades antioxidante, antibacteriana, anticancerígena y antiinflamatoria.

**Resultados:** Los subproductos del algarrobo son naturalmente ricos en fibra insoluble y compuestos bioactivos — entre ellos fenoles, inositoles y vitaminas esenciales — con propiedades funcionales confirmadas que los convierten en candidatos prometedores para el desarrollo de alimentos con beneficios para la salud. Su revalorización se alinea además con los principios de economía circular y sostenibilidad.

**Conclusiones:** La algarroba se perfila como un ingrediente versátil de origen vegetal con alto potencial para definir el futuro de los alimentos funcionales. La investigación continuada impulsará la innovación y reforzará su papel en sistemas alimentarios ecológicos y beneficiosos para la salud.

KEY  
MESSAGES

1. Underutilized carob fractions exhibit an extraordinary nutritional and phytochemical profile.
2. Carob pulp is rich in carbohydrates and fiber, while carob seeds are abundant in proteins and fats.
3. Carob fractions are rich in phenolic compounds, with gallic acid as a primary compound, and flavonoids such as quercetin as a main one
4. The high phytochemical content of carob fractions contributes to their antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and anticarcinogenic properties, among others.

## CITATION

Castillejo N, Gómez Llorente H, Ribes S, Barat JM, Pérez-Esteve E. Redefining Carob by Products as Functional Ingredients for the Future Foods. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2): e2450.  
doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2450>

## INTRODUCTION

The carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) has been cultivated since ancient times in the arid and semi-arid regions of Mediterranean countries, including Cyprus, Greece, Italy, Morocco, Portugal, Spain, and Turkey<sup>1,2</sup>. From an environmental point of view, the carob tree is an excellent crop due to its hardiness and indifference to soil nature<sup>3,4</sup>. Its leathery leaves contribute to water loss control and can absorb water effectively from the soil to compensate for atmospheric losses. Moreover, it exhibits a high capacity for carbon dioxide fixation, which makes it an effective crop for capturing CO<sub>2</sub> from the atmosphere<sup>5</sup>.

Given its low environmental footprint, carob cultivation aligns with multiple Sustainable Development Goals (SDGs) established by the Food and Agriculture Organization of the United Nations<sup>6</sup>. Specifically, it supports: (i) responsible production and consumption (SDG 12), (ii) urgent climate action (SDG 13), and (iii) the protection, restoration, and sustainable use of terrestrial ecosystems while combating land degradation (SDG 15). Despite these advantages, carob cultivation has declined over the past decade<sup>7</sup>. Concretely, global carob production fell from approximately 126,405 tons in 2012 to just 56,424 tons in 2022.

Traditional uses of this crop include animal feed and the extraction of locust bean gum (E-410) from its seeds. However, these traditional industrial applications alone have proven insufficient to ensure the economic viability of carob cultivation, leading to a noticeable reduction in its cultivation in recent years. To reverse this trend, it is crucial not only to promote awareness of carob's sustainability and climate adaptability but also to explore new strategies that enhance its profitability for farmers.

As shown in Figure 1, the carob tree consists of several fractions with potential alternative uses. It produces leaves with a tough epidermis rich in phenolic compounds, which provide protection against environmental stress. Its fruit, the pod, undergoes a maturation process in which it transitions from green to dark brown, developing an elongated structure containing both pulp (also known as kibbles) and seeds. The pulp, a fibrous and carbohydrate-rich component, is widely used as a natural sweetener and a cocoa substitute in the food industry. The seeds, on the other hand, comprise three main components: (i) the episperm (peel), which forms the external protective layer; (ii) the endosperm, a nutrient-rich tissue crucial for embryo development; and (iii) the germ, which contains the embryo and plays a key role in seed germination and propagation.

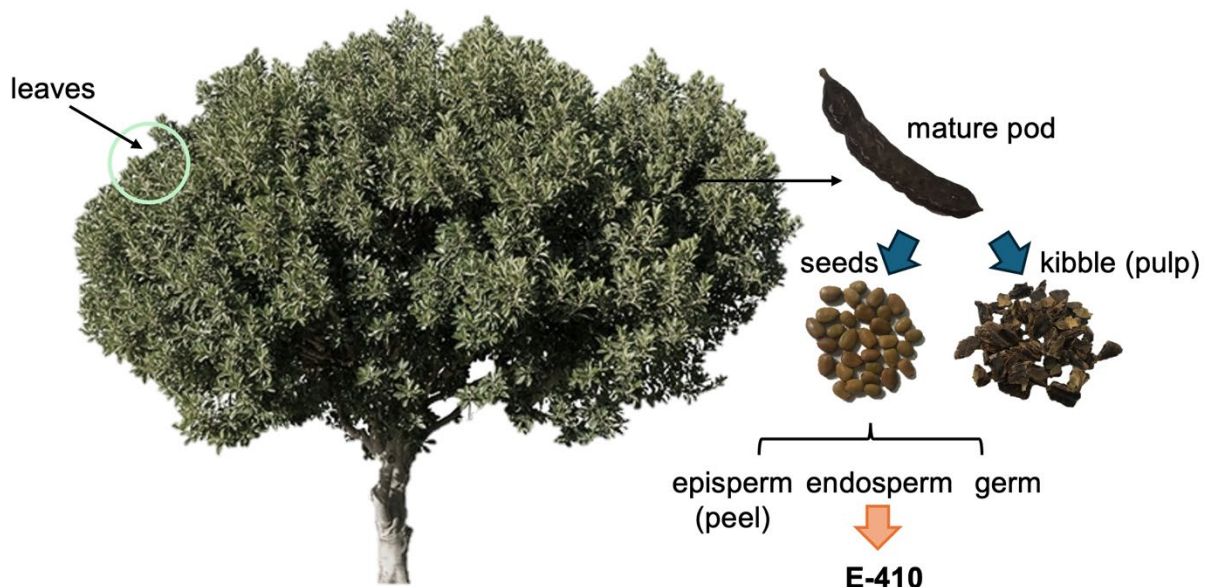
Considering the growing interest in novel, healthy, functional, and locally sourced ingredients, this comprehensive review aims to elucidate the nutritional profile, phytochemical composition, and potential health benefits of the different fractions of the carob tree, including its pulp, seeds or leaves, to explore new applications in food formulations.

## METHODOLOGY

### Scientific literature review design

A review was performed using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines<sup>8</sup> to identify the most relevant studies highlighting the nutritional value, phytochemical composition, and health benefits of carob tree and

**Figure 1.** Diagram of the different fractions of the carob tree (leaf) and its fruit (pulp and seed).

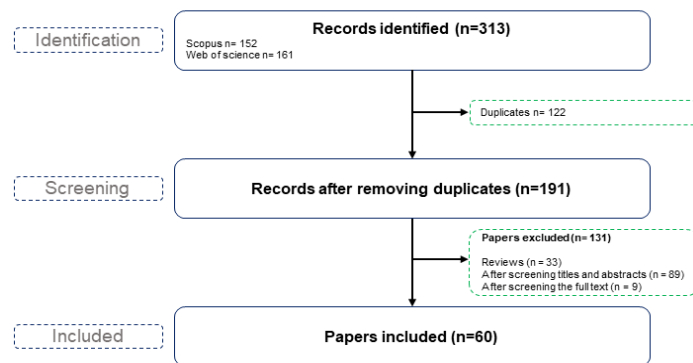


fruit fractions. Scopus and Web of Science were used as scientific browsers considering the keywords 'carob', carob fraction ('pulp', 'germ', 'peel', 'leaf', 'leaves'), nutrients ('carbohydrate', 'protein', 'fat', 'mineral', 'fiber', and 'vitamin'), 'phytochemical', 'health', and 'functional'. The date of the search covered studies from 2018 until 31<sup>st</sup> December 2024. Original research papers indexed in the JCR-SCI were selected, excluding reviews.

### Criteria for inclusion and exclusion of studies

Following the identification of relevant scientific articles, specific inclusion and exclusion criteria were applied to ensure the relevance and quality of the selected studies. Figure 2 presents the details of the records identified in this review and a summary of the selection process followed for the included research papers. Briefly, the present review encompassed articles examining various carob fractions, quantifying and identifying their nutrients and phytochemicals, as well as studies (both in vitro and in vivo) investigating their functionality and potential impact on human health. However, studies where carob fractions were used as animal feed, ingredients for food products, or adjuvants in other processes were excluded from this review.

**Figure 2.** PRISMA flow chart of the present scientific literature review.



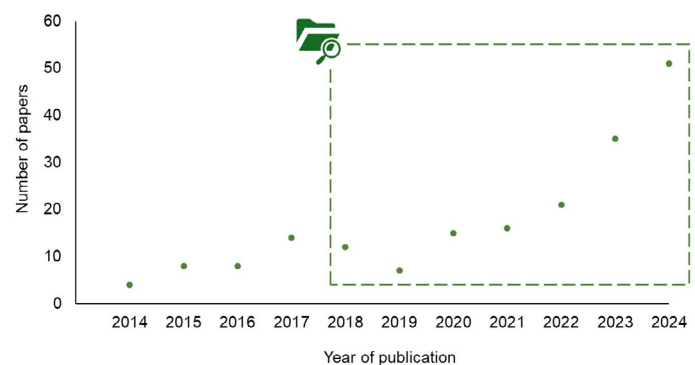
## RESULTS

The number of scientific manuscripts covered by the scientific literature review is illustrated in Figure 3. As can be seen, research on this topic has increased significantly since 2014, highlighting the growing interest in understanding the properties and potential applications of this valuable ingredient. The key findings are presented below and categorized into three sections: nutritional composition, phytochemicals, and functional activity of the different carob fractions.

## NUTRITIONAL COMPOSITION OF THE DIFFERENT CAROB FRACTIONS

As a first step, the nutritional profile of different carob fractions is elucidated to better understand their potential contributions to human health and dietary applications.

**Figure 3.** Number of scientific papers from the last ten years found in Scopus using the keywords detailed in the material and method section. The green box in dashed lines delimits the time interval in which this review is framed.



## Carbohydrates

Carbohydrates are the primary nutrients in carob and are usually expressed as total sugar concentration. As shown in Table 1 (data expressed on dry basis -d.b.), the pulp contains most of the sugars, with 32.5–65 g/100 g, while the seed only contains 5.2–9.4 g/100 g<sup>3,9–14</sup>. This high sugar content is responsible for the characteristic sweetness perception of carob<sup>14</sup>. Furthermore, the leaves of adult trees also contain a considerable proportion of sugars (15.7 g/100 g) compared to those of young trees (1.26 - 4.9 g/100 g, respectively)<sup>9</sup>. According to Boutasknit et al.<sup>15</sup> total soluble sugars content in carob leaves plays a key role in maintaining a high leaf osmotic potential.

Regarding the type of sugars, sucrose is the main sugar in the carob pod, seed and leaves with 55, 7.2 and 9.5 g/100 g, respectively. Glucose levels exceed fructose in leaves with values of 5.0 and 2.6 g/100 g of glucose and fructose, respectively, meanwhile seeds possess 0.4 g/100 g of glucose but it does not contain fructose<sup>9</sup>. Furthermore, D-pinitol is a prominent low molecular weight carbohydrate mainly found in carob pods with concentrations ranging from approximately 2 to 12 g/100 g, depending maturity and processing conditions. It plays a role in the adaptation mechanism to stress conditions such as high salinity or water deficit<sup>16</sup>. In addition, D-pinitol has been shown to regulate blood insulin levels and to exhibit insulin-mimetic and anti-diabetic properties<sup>17</sup>.

Therefore, carob by-products can be a good option as a natural sweetener alternative because they have a significant amount of sugar, but being their glycemic index so low due to, among other factors, to the presence of D-pinitol.

## Proteins

The carob pod, composed of both pulp and seeds, contains between 3.73 and 6.95 g/100 g of protein<sup>9,18</sup>. The pulp, which makes up the majority of the pod, has a protein content ranging from 2.66 to 6.48 g/100 g<sup>9–13,19,20</sup>. In contrast, the seed fraction contains significantly more protein (15.54 – 26.64 g /100 g), with the germ portion reaching 49.9 – 53.13 g/100 g<sup>21–23</sup>. No data is available on the protein content of the carob seed episperm during the studied period. According to Mahtout et al.<sup>9</sup>, the carob leaf fraction has  $7.4 \pm 0.1$  g/100 g protein. However, in younger plants, such as seedlings, protein levels are considerably lower, ranging from 0.78 to 1.34 g/100 g<sup>15,24</sup>.

From a nutritional perspective, carob seed protein is particularly valuable due to its complete amino acid profile, which includes all essential amino acids<sup>21</sup>. The predominance of aliphatic amino acids—such as isoleucine, leucine, alanine, and valine—enhances its overall nutritional quality<sup>14</sup>. However, the high proportion of insoluble proteins, especially in the seed germ, may result in lower digestibility compared to the pulp and leaf fractions<sup>9</sup>. Despite this, the protein-rich nature of carob seed germ surpasses that of common plant-based protein sources such as soybean flour (40 g/100 g), chickpeas (25 g/100 g), and rice (7.5 g/100 g)<sup>25–27</sup>. In addition to the high nutritional value, carob seed germ contains caroubin, a protein fraction with gluten-like properties, which presents a valuable opportunity for the food industry, particularly in gluten-free product development<sup>22</sup>. The predominance of soluble proteins in carob seed germ enhances its functional versatility, facilitating its incorporation into various food applications. Given its polymeric protein composition, carob protein would contribute to desirable textural properties of gluten-free products, offering a viable alternative for individuals with gluten intolerance while maintaining the structural integrity of food products.

## Fats

The lipid content in carob fractions is generally low. The highest fat concentration is found in carob seeds (2.0–2.6 g/100g), particularly in the carob germ (2.92–7.1g/100g)<sup>28</sup>. In contrast, the fat content in carob pulp ranges from 0.10g/100g to 2.38 g/100g<sup>10</sup>. Regarding fat composition, Amar et al.<sup>29</sup> reported that carob seeds contain 62.7g/100 g unsaturated fatty acids and 38.3 g/100g saturated fatty acids, indicating a well-balanced profile that likely contributes to a solid texture at room temperature. This property is advantageous for food formulations, as it enhances structural stability without requiring hydrogenation, a process associated with the formation of trans fats and their associated health risks.

Among the unsaturated fatty acids, oleic acid (37.1 g/100 g), linoleic acid (12 g/100 g), and palmitoleic acid (2.4 g/100 g) are the most abundant in carob pulp, suggesting potential health benefits. Oleic acid is known to support cardiovascular health by improving cholesterol levels, while linoleic acid plays a crucial role in maintaining cell membrane integrity and regulating inflammation. Palmitoleic acid contributes to metabolic health and exhibits anti-inflammatory properties. Regarding saturated fatty acids, palmitic acid (17.9 g/100 g) is the predominant type in carob pods, playing a role in immune function and gene regulation through its influence on signaling pathways<sup>30</sup>. Similar fatty acid distribution patterns have been observed in carob pods<sup>31</sup>.

## Fiber

Fiber refers to indigestible polysaccharides such as hemicellulose, cellulose, and lignin. Among the studies reviewed, [Table 1](#) shows that carob pods, comprising both pulp and seed fractions, are recognized for their high fiber content although there were differences among studies as values ranged from 3.11 g/100 g<sup>13</sup> to 4.9–7.7 g/100 g<sup>18</sup>. From a nutritional and functional perspective, carob fiber contributes to digestive health by promoting gut motility, supporting both the growth of beneficial gut microbiota and cholesterol regulation. The high fiber content of carob also plays a role in glycemic control by slowing glucose absorption, which may be beneficial for individuals with diabetes.

## Minerals

The mineral composition depends on the carob fraction analyzed, as well as on its genotype, cultivar, geographical origin, climatic conditions, harvesting stage or the age of the tree, soil conditions, and the season of the year<sup>12,32</sup>.

Potassium is the predominant mineral in carob pulp, with reported concentrations ranging from 1121.1 to 1300.2 mg/100g, followed by calcium (164–451mg/100g), phosphorus (41.9–57.2mg/100g), and magnesium (40.4 – 186.9mg/100g)<sup>12,32–34</sup>. In carob seeds, sodium is present in the highest concentration (3590–4030mg/100g), followed by calcium (217.4–381.96mg/100g)<sup>33</sup>. According to the results, different carob by-products would offer significant nutritional benefits, with potassium supporting cardiovascular health, calcium promoting bone strength and muscle function, phosphorus aiding energy metabolism, and magnesium contributing to nerve function and metabolic regulation<sup>12,32,33</sup>.

## Vitamins

Vitamin C, quantified as ascorbic acid, has been reported to be present in carob pods and leaves with values ranging from 5.8–10.2 and 3 – 52 mg/100 g, respectively ([Table 1](#)). In this case, it suggests potential antioxidant benefits, contributing to immune function, collagen synthesis, and protection against oxidative stress<sup>18,35</sup>. As

Table 1 shown, carob pulp and seeds also contain vitamin E, an essential fat-soluble antioxidant that protects cells from oxidative damage and supports immune function and skin health. The presence of  $\alpha$ -tocopherol, the biologically active form, along with  $\beta$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ -tocopherols, suggests that carob may contribute to overall antioxidant defense and lipid stability in the diet. Likewise, the presence of  $\beta$ -carotene suggests that carob could serve as a potential source of vitamin A, as  $\beta$ -carotene is a provitamin A compound that the body can convert into its active form<sup>28,29,36</sup>.

## PHYTOCHEMICALS OF THE DIFFERENT CAROB FRACTIONS

Phytochemicals are associated with a wide range of biological and functional properties, including antioxidant, antimicrobial, anti-allergic, anti-inflammatory, anti-carcinogenic, and antiviral activities<sup>35</sup>. Table 2 presents the phytochemical composition of each carob fraction. Among the studies reviewed, polyphenols and terpenoids are the most commonly identified phytochemicals in carob.

### Polyphenols

Polyphenols are bioactive compounds characterized by the presence of one or more phenolic rings. These compounds, present in significant quantities, are known for their beneficial effects against oxidative stress. Based on their chemical structure, including the number and arrangement of these rings, polyphenols can be classified into phenolic acids, flavonoids, stilbenes, coumarins, and tannins<sup>42</sup>. As shown in Table 2, phenolic acids are the predominant polyphenols in carob pulp and seeds, whereas flavonoids are more abundant in carob leaves<sup>43-46</sup>. Additionally, carob fractions contain considerable quantities of tannins.

Comparison among data from different sources allows observing significant variations between different carob fractions and within extracts of the same fraction. Authors suggest that these discrepancies might be attributed to several factors, including geographical origin, ripening stage, plant fraction analyzed, and the extraction techniques used prior to analysis<sup>43,47,48</sup>.

Beyond assessing total phenolic, flavonoid, and tannin content across carob fractions, many studies focus on isolating and identifying specific polyphenols, given their distinct functional properties. A review of selected studies has identified over 26 different polyphenolic compounds in various carob fractions<sup>3,13,33,35,37,42-46,49-52</sup>. Regarding phenolic acids, Table 2 shows that gallic acid (205.10-2500 mg/kg) is the most abundant in carob, followed by syringic acid (1360 mg/kg), chlorogenic acid (135.44-260 mg/kg), caffeic acid (164.20 mg/kg), 2-hydroxycinnamic acid (80.31 mg/kg), gentisic acid (31.03-190.85 mg/kg), and ferulic acid (9.18-13 mg/kg)<sup>13,37,42,49,53,54</sup>. The presence of these compounds is very relevant, since these phenolic acids are bioactive compounds with significant functional relevance due to their antioxidant, anti-inflammatory,

and potential health-promoting properties. These compounds contribute to the neutralization of free radicals, thereby reducing oxidative stress and supporting cellular protection. Additionally, their presence in the diet has been associated with potential benefits in cardiovascular health, metabolic regulation, and neuroprotection. The ability of phenolic acids to modulate gut microbiota composition further enhances their role in digestive health, highlighting their importance as functional dietary component<sup>55</sup>.

Flavonoids are polyphenolic secondary metabolites classified into subclasses such as flavones, flavonols, flavanones, catechins, and isoflavonoids based on their structural characteristics. The flavones identified in carob extracts are luteolin (80-90 mg/kg), apigenin (50-696.12 mg/kg), and flavone (62.3 mg/kg). The flavonols included kaempferol-O-hexoside (160-180 mg/kg), kaempferol rutinoides (10 mg/kg), kaempferol-O-pentoside (30-60 mg/kg), isorhamnetin (3.62-5.67 mg/kg), rutin (60-100 mg/kg), isoquercetin (264.79-817.61 mg/kg), quercetin pentoside (4.4-5.5 mg/kg), quercetin rhamnoside (57.3-61.7 mg/kg), and myricetin (8000.66-9000.57 mg/kg). The detected catechins are epigallocatechin gallate (960-1390 mg/kg), epicatechin (40-70 mg/kg), epicatechin gallate (360-460 mg/kg), and catechin (30-50 mg/kg). Lastly, naringenin (96.5-362.5 mg/kg) is the only flavanone isolated. From a functional point of view, flavonoids possess strong antioxidant and anti-inflammatory properties, contributing to cardiovascular health by improving endothelial function and lipid metabolism. Additionally, flavonoids support cognitive function, reduce the risk of neurodegenerative diseases, and modulate gut microbiota, enhancing metabolic and immune regulation<sup>55</sup>.

Finally, tannins are polyphenolic compounds with multiple hydroxyl groups (-OH) that allow them to interact with proteins and other macromolecules. Of all the tannins found in nature, ellagic acid (398.85-940.53 mg/kg)<sup>42</sup> and proanthocyanidins (0.1-11 mg/kg)<sup>35</sup> are identified and quantified in carob fruit and leaves, respectively. These molecules contribute to the astringency of food products<sup>56</sup>. Several studies suggest that tannins might reduce oxidative stress, supporting gut health, and even lowering the risk of chronic diseases such as cardiovascular disorders and certain cancers. Furthermore, their ability to bind to dietary iron can help regulate iron absorption, which may be beneficial for individuals with iron overload conditions<sup>35</sup>.

### Terpenoids

In addition to polyphenols, recent research has identified and quantified two distinct groups of terpenoids in carob pods and seeds<sup>33</sup>. The first group consists of carotenoids, essential pigments involved in photosynthesis and plant coloration. Among these,  $\beta$ -carotene and lycopene have been quantified at concentrations of 28 mg/kg and 38.92 mg/kg in carob pods, and 327 mg/kg and 198.82 mg/kg in carob seeds, respectively. Additionally, the xanthophyll zeaxanthin has been detected at concentrations of 38.17 mg/kg in carob pods and 207.35 mg/kg in seeds.

**Table 1.** Nutritional composition of the different carob fractions.

Carob fraction Nutrients (g/100 g)	Pod		Seed		Leaves	Ref.
	Pulp	Seed	Germ	Peel		
<b>Carbohydrates* (g/100 g)</b>	49.36 – 69.36		49.26	77.88	15.7	9–14,18,37,38
	32.5 – 65	5.2 – 9.4				
<b>Proteins (g/100 g)</b>	3.73 – 6.95		49.9 – 53.13	5.81	7.4	9–13,18–23,25,37,39,40
	2.66 – 6.48	15.54 – 26.64				
<b>Fats (g/100 g)</b>	0.18 – 2.4		2.92 – 7.1	0.34	4.5	9–11,13,19,28,29,31,37,40
	0.10 – 2.38	2.0 – 2.57				
<b>Fiber (g/100 g)</b>	52.35		57.7	60.26	n.a.	10,13,18–20,25,37,39,40
	24.37 – 79.23	43.46 – 65.61				
<b>Minerals (mg/100 g)</b>	n.a.		n.a.	n.a.	N: < 1400 K: < 1000 P: < 250 Mg: < 250 Ca: < 250	11,12,32–34,41
	K: 353.6 – 1300.2 N: 530 – 620 Ca: 164 – 451.15 Cl: 198.2 Mg: 40.4 – 186.9 P: 41.9 – 314.6 Na: 13.9 – 81.7 Fe: 5.26 – 8.29 Zn: 1.80 – 2.61 Mn: 0.6 Cu: 0.42 – 0.56 PO <sub>4</sub> : 121.3 SO <sub>4</sub> : 50.5 NH <sub>4</sub> : 14.7 NO <sub>3</sub> : 6.6	K: n.a. N: 3590 – 4030 Ca: 217.4 – 381.96 Cl: n.a. Mg: 104.3 – 149.1 P: n.a. Na: n.a. Fe: 3.49 – 6.46 Zn: n.a. Mn: n.a. Cu: n.a. PO <sub>4</sub> : n.a. SO <sub>4</sub> : n.a. NH <sub>4</sub> : n.a. NO <sub>3</sub> : n.a.				
<b>Vitamin C (mg/100 g)</b>	5.8 – 10.2		n.a.	n.a.	3 – 52	18,35
	n.a.	n.a.				
<b>Vitamin E (mg/100 g)</b>	n.a.		<b>α-tocopherol:</b> 1.48 <b>β+γ-tocopherol:</b> 3.68	n.a.	n.a.	28,29,31
	Vit. E: 0.33 – 2.68 <b>α-tocopherol:</b> 4.31 – 8.77 <b>γ-tocopherol:</b> 10.37 – 27.78 <b>δ-tocopherol:</b> 1.41 – 5.23	Vit. E: n.a. <b>α-tocopherol:</b> 2.86 – 7.59 <b>γ-tocopherol:</b> 4.59 – 22.86 <b>δ-tocopherol:</b> 0.88 – 2.62				

\*carbohydrate content has been expressed as sugar content; n.a.: means that no data were found in the scientific studies evaluated.

The second group comprises chlorophylls, the green pigments essential for photosynthesis. Chlorophyll a concentrations were measured at 7.58 mg/kg in carob pods and 2.83 mg/kg in seeds, while chlorophyll b concentrations were 4.87 mg/kg in pods and 3.59 mg/kg in seeds.

## FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE DIFFERENT CAROB FRACTIONS

With growing consumer interest in plant-based ingredients, there is increasing recognition that carob not only provides essential nutrients but also bioactive compounds with significant health benefits. As already commented in previous sections, these phytochemicals contribute to antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, anticarcinogenic, and antidiabetic properties of carob, making it a promising functional ingredient for disease prevention and health promotion. Thus, after identifying the nutritional profile and phytochemical composition of the carob fractions, including the pod, pulp, peel, germ, and leaves, their functional properties have been extensively reviewed.

### Antioxidant activity

Among the functional properties of carob, antioxidant activity is one of the most extensively studied. Table 3 provides an overview of studies evaluating the antioxidant activity of various carob fractions using different *in vitro* spectrophotometric assays, including DPPH, FRAP, ABTS, and ORAC, with results expressed in g Trolox E/100 g. Carob leaves exhibited the highest antioxidant capacity with values ranging from 12 to 179 g Trolox E/100 g<sup>56,57</sup>. In contrast, carob pulp demonstrated moderate antioxidant activity across different methods, with reported values ranging from 1.44 to 12.22 g Trolox E/100 g, depending on the study<sup>51,55</sup>. Another study reported approximately 7 g Trolox E/100 g for carob seeds and germ and around 4.5 g Trolox E/100 g for carob pod<sup>37</sup>.

The high antioxidant capacity observed in carob by-products highlights their potential to combat oxidative stress, an imbalance between free radicals and antioxidants that contributes to the onset of chronic diseases such as cardiovascular disorders, cancer, and neurodegenerative conditions<sup>56,57</sup>. This makes carob fractions promising candidates for functional food applications with potential therapeutic benefits. However, it is important to note that most of the current evidence is based on *in vitro* assays, and further *in vivo* and clinical studies are needed to confirm these health effects in humans. In addition, the variability in reported antioxidant activity is largely influenced by differences in extraction methods, solvent types, and sample characteristics<sup>58,59</sup>. Among these factors, maturation stage had the most significant impact, as unripe carob products are rich in phenolic compounds and

acids, which gradually converted into sugars during maturation<sup>60</sup>.

### Anti-inflammatory activity

The anti-inflammatory potential of carob by-products and extracts (germ, seed peel, pod, and pulp) has also been studied through *in vitro* experiments<sup>37,49</sup>. Results evidenced that carob pod and germ extracts produce a reduction of two molecules involved in inflammation and immune responses: pro-inflammatory cytokine (TNF- $\alpha$ ) and prostaglandin D2 (PGD<sub>2</sub>), probably due to the presence of flavonoids and phenolic compounds<sup>37</sup>.

Furthermore, an *in vivo* study conducted in mice evaluated the neuroprotective effect of carob leaf extracts in i) reducing harmful proteins linked to Alzheimer disease such as myloid- $\beta$ 42 (A $\beta$ 42) and p-Tau, ii) preserving neurotransmitters as acetylcholine, iii) in blocking major triggers of brain inflammation as NF- $\kappa$ Bp65 and TNF- $\alpha$ , iv) protecting the brain cells as Nrf2 and HO-1 against oxidative stress and damage, and v) stabilizing  $\beta$ -catenin, molecule responsible for cell survival and brain function, thus providing preclinical evidence of carob's potential in neurodegenerative disease prevention<sup>44</sup>.

### Anticarcinogenic activity

Reactive oxygen species (ROS) play a dual role in cellular physiology, acting as essential signaling molecules or, when excessively accumulated, exerting toxic effects. It is well established that prolonged ROS accumulation—whether from endogenous or exogenous sources—induces cellular senescence and apoptosis. Apoptosis, in turn, is closely linked to the dysregulation of intracellular redox signaling pathways involved in carcinogenesis.

To counteract carcinogenic pathways and molecules, several *in vitro* studies have investigated the potential anticancer effects of carob fractions on human cells. In this sense, Ben Ayache et al.<sup>58</sup> demonstrated that carob extracts had a significant phenotypic proapoptotic capability on colon cancer cell lines, such as THP1, MCF-7, and LoVo human cells. Moreover, amongst the different carob extracts evaluated, the seeds presented the highest anticarcinogenic activity on the targeted human cell carcinomas. Similarly, Elbouzidi et al.<sup>45</sup> investigated the cytotoxic effect of carob leaves against breast cancer (MCF-7) and two metastatic adenocarcinoma lines (MDA-MB-231 and MDA-MB-436) with the MTT assay. The results observed in this work indicated that carob extracts had low cytotoxicity against the three cell lines, with the MCF-7 being the most sensitive. Furthermore, the carob extract did not exhibit cytotoxicity towards normal cells, suggesting that carob extracts have a targeted and low toxic effect on cancer cells. Although these findings provide promising preliminary evidence, further *in vivo* and clinical studies would be needed to confirm their therapeutic potential.

**Table 2.** Phytochemical composition of the different carob fractions.

Phytochemical (mg/kg dw)	Carob fraction		Seed		Leaves	Ref.
	Pulp	Seed	Germ	Peel		
<b>Phenolic acids</b>						
<b>3,4-Dihydrobenzoic acid hexoside</b>	n.a.		n.a.	n.a.	0-10	35
	n.a.	n.a.				
<b>5-caffeoylquinic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	19
	n.d - 12.23	n.a.				
<b>Caffeic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	20-760	19,35,43,51
	n.d-331.37	n.a.				
<b>Chlorogenic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	10-40	13,35,43,51
	n.d-260	n.a.				
<b>Cinnamic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	43,51
	n.d-9.74	n.a.				
<b>Ferulic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	10-30	35,43
	n.d-9.18	n.a.				
<b>Gallic acid</b>	1518.38		213.78	137.90	6610-9090	13,19,35,37,43,51
	183.92-2525.08	n.a.				
<b>Gentisic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	35,43
	31.03 -190.85	n.a.				
<b>p-coumaric acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	230-400	19,35,51
	n.d-79.34	n.a.				
<b>p-hydroxybenzoic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	410-440	35
	n.a.	n.a.				
<b>Protocatehuic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	70-80	35
	n.a.	n.a.				
<b>Rosmarinic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	10-20	35,51
	n.d.	n.a.				
<b>Sinapic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	19
	n.d- 20.3	n.a.				
<b>Syringic acid</b>	n.a.		n.a.	n.a.	40-60	13,19,35
	33.43-1360	n.a.				
<b>Flavonoids</b>						
<b>C-hexoside-O-rhamnosyl-hexoside apigenin</b>	n.d.		258.76	189.43	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
<b>Apigenin</b>	n.a.		n.a.	n.a.	50	19,35
	194.66-696.12	n.a.				
<b>Catechin</b>	n.a.		n.a.	n.a.	30-50	35,42,43
	n.d-171.05	n.a.				
<b>Crismaritin</b>	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	42
	n.d-30.81	n.a.				

Phytochemical (mg/kg dw)	Carob fraction		Seed		Leaves	Ref.
	Pulp	Seed	Germ	Peel		
Epicatechin	n.a.		n.a.	n.a.	40-70	35
	n.a.	n.a.				
Epicatechin gallate	n.a.		n.a.	n.a.	360-460	35,42
	29.63-79.31	n.a.				
Epigallocatechin gallate	n.a.		n.a.	n.a.	960-1390	35,42
	n.d.-19.25	n.a.				
Isoquercetrin	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	42
	264.79-817.61	n.a.				
Isorhamnetin	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	13
	5670	n.a.				
Isorhamnetin 3-O-hexoside	n.d.		88.30	107.79	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
Isorhamnetin hexoside	n.a.		n.a.	n.a.	290-320	35
	n.a.	n.a.				
Isorhamnetin O-rhamnoside	n.d.		136.35	86.45	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
Kaempferol	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	13,42
	98.37-2320	n.a.				
Kaempferol-O-hexoside	n.a.		n.a.	n.a.	160-180	35
	n.a.	n.a.				
Kaempferol-O-pentoside	n.d.		3.21	n.a.	30-60	35,37
	n.a.	n.a.				
Kaempferol O-rhamnoside	n.d.		78.90	115.02	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
Kaempferol rutinoside	n.a.		n.a.	n.a.	n.d. - 10	35,42
	n.d.-13.66	n.a.				
Luteolin	n.a.		n.a.	n.a.	80-90	42
	7.89-44.14	n.a.				
Luteolin-7-O-glucoside	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	42
	n.d.-36.2	n.a.				
Myricetin	n.a.		n.a.	n.a.	8660-9570	35,43
	n.d.-60.80	n.a.				
Myricetin O-hexoside	44.18		n.d.	n.d.	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
Naringenin	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	42,43
	n.d.-362.48	n.a.				
O-hexosyl-6-C-hexosyl-8-C-pentoside apigenin	n.d.		23.22 – 464.13	n.d.	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
Quercetin	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	13,43,51
	n.q.-3210	n.a.				

Phytochemical (mg/kg dw)	Carob fraction		Seed		Leaves	Ref.
	Pod		Germ	Peel		
Quercetin hexoside	n.a.		n.a.	n.a.	740-900	35
	n.a.	n.a.				
Quercetin glucoside	5.83 - 54.10		129.36 -	119.94 - 293.89	440-500	35,37
	n.a.	n.a.	382.78			
Quercetin rhamnoside	63.19		2167.31	2669.06	5730-6170	35,37
	n.a.	n.a.				
Quercitrin	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	51
	74.93 -	118.73	n.a.			
Rutin	n.a.		n.a.	n.a.	60-100	35,51
	94.91 -	171.11	n.a.			
<b>Tannins</b>						
Digalloyl-glucose	n.d. - 1218.50		404.14	162.21 -	n.a.	37
	n.a.	n.a.	- 179.63	85.18		
Galloyl-glucose derivative	n.d.		583.24	106.09	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
Tetragalloyl-glucose	124.51		221.33	n.a.	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
Trigalloyl-glucose	n.d.		224.98	449.41	n.a.	37
	n.a.	n.a.				
<b>Other phenolic compounds</b>						
Catechol	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	42,43
	n.d.-33.86	n.a.				
Ellagic acid	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	42
	398.85 -	940.53	n.a.			
Procyandinin trimer type B	n.a.		n.a.	n.a.	10-110	35
	n.a.	n.a.				
Resorcinol	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	42
	32.42-	98.34	n.a.			
<b>Terpenoids</b>						
β carotene	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	33
	26.48 -	137.24	2.79 - 11.61			
Chlorophyll a	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	33
	2.75 -	7.58	1.39 - 5.07			
Chlorophyll b	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	33
	3.47 -	4.87	1.16 - 6.08			
Lycopene	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	33
	38.74 -	189.97	4.58 - 15.69			

Phytochemical (mg/kg dw)	Carob fraction				Leaves	Ref.
	Pod		Seed			
	Pulp	Seed	Germ	Peel		
Zeaxanthin	n.a.	4.21 – 14.57	n.a.	n.a.	n.a.	33

Results are expressed in mg/kg dry product. n.d. means not detectable. n.q. means not quantifiable. n.a.: means that no data were found in the scientific studies evaluated.

### Antidiabetic activity

When studying the antidiabetic properties of carob extracts, one widely researched approach is evaluating their ability to inhibit  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. The digestive enzyme  $\alpha$ -amylase converts dietary starch into glucose before it is absorbed. Inhibition of this enzyme could help reduce elevated blood sugar levels after meals in diabetic patients. With this regard, Darwish et al.<sup>61</sup> indicated a reduction of ca. 90 % of  $\alpha$ -amylase activity in *in vitro* assays when testing extracts of carob pod. Similarly,  $\alpha$ -glucosidase, another digestive enzyme, breaks down disaccharides into glucose. Substances that inhibit  $\alpha$ -glucosidase can slow down carbohydrate absorption and help control post-meal blood sugar spikes, making them valuable in managing diabetes. In this scenario, Christou et al.<sup>62</sup> reported, through *in vitro* analysis, that carob leaf have  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase inhibitory activities of over 95% and 93%, respectively, due to D-pinitol content, among others. Moreover, gallic acid, also found in carob extracts, is considered an  $\alpha$ -glycosidase inhibitor, whose activity in managing type 2 diabetes is comparable to acarbose, an oral medication used for the treatment of type 2 diabetes. Apart from that, the enhanced antidiabetic effectiveness of carob can be attributed to its potent antioxidant properties. With this regard, D- pinitol would be able to protect pancreatic  $\beta$ -cells, which produce insulin, from oxidative damage. Furthermore, flavonoids present in carob have demonstrated the ability to boost insulin production, reduce insulin resistance, and inhibit the activity of hormone-sensitive lipase<sup>63,64</sup>. Beyond *in vitro* results, Hussein et al.<sup>65</sup> provided *in vivo* confirmation by reporting a significant reduction in blood glucose levels in diabetic rats following the administration of carob extracts, thereby reinforcing the potential antidiabetic efficacy of carob in a physiological context.

### Activity against overweight and obesity

Adipocyte hyperplasia, hypertrophy, and apoptosis are fundamental cellular processes that regulate adipose tissue expansion, a key factor in the development of overweight and obesity. In adulthood, adipogenesis (the formation of new adipocytes) plays a relatively minor role, whereas the enlargement of existing adipocytes primarily contributes to increased fat storage and adipose tissue accumulation. With this regard, Rico et al.<sup>37</sup> *in vitro* demonstrated the reduction in fat accumulation, or triacyl glyceride production, induced by seed peel and pod extract obtained from carob on

mature adipocytes at a dose of 0.1 mg/mL. This fact would indicate that these by-products are promising candidates with therapeutic potential for the prevention and/or treatment of metabolic syndrome. In another study, Martínez-Villaluenga et al.<sup>66</sup> conducted *in vitro* experiment to test the effects of carob pod extracts on 3T3-L1 mature adipocytes, demonstrating a delipidizing effect and a 32% reduction in intracellular triacylglycerol content. These results suggest a potential role of carob extracts in modulating adipocyte lipid storage, which might contribute to anti-obesity effects. In a further study, Fujita et al.<sup>67</sup> observed *in vivo* that the intake of carob pod polyphenols by mice was associated with reductions in body weight, retroabdominal fat weight, fatty liver, liver triacylglyceride levels, adipocyte hypertrophy, as well as macrophage infiltration in the adipose tissue. In addition, carob pod polyphenols inhibited adipocyte differentiation. The similar findings from both *in vitro* and *in vivo* studies strengthens the scientific evidence supporting the anti-obesity potential of carob extracts, highlighting their capacity to modulate lipid metabolism, reduce adipose tissue expansion, and attenuate obesity-related inflammation.

### Antimicrobial activity

Carob by-products also exhibit significant antimicrobial properties, primarily attributed to the presence of reactive functional groups, such as aldehydes and hydroxyls, in their phytochemical composition<sup>49</sup>. In this scenario, Ben Othmen et al.<sup>59</sup> conducted *in vitro* evaluations of the antimicrobial effects of carob leaves against three gram-negative bacterial strains (*Vibrio harveyi*, *Vibrio anguillarum*, and *Photobacterium damsela*). Their findings revealed that extracts exhibited a 60% bacterial reduction at a concentration of 0.5 mg/mL. Zahorec et al.<sup>51</sup> evaluated the antimicrobial effect of carob pulp extracts against bacteria, fungi, and yeasts. The results indicated a reduction of up to half the minimum inhibitory concentration (MIC), making promising to reduce microorganism. Likewise, El-Haddad et al.<sup>49</sup> evaluated the susceptibility of carob pulp and seeds extracts in different microorganisms (bacteria, fungi, and yeasts). The study indicated that gram-positive bacteria with MIC values ranging from 12 to 50 mg/mL were the most susceptible to the treatments followed by gram-negative strains, fungi, and yeasts with MIC values > 50 mg/mL. On other hand, the pulp showed higher antimicrobial activity that seeds. Finally, Chaalal et al.<sup>68</sup> investigated the impact of the digestive process on the antimicrobial activity of carob extracts against *Escherichia coli*,

*Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter sakazakii*, and *Listeria monocytogenes*. Their findings revealed no significant reduction in antimicrobial activity after digestion. This is of great interest, as it suggests that the bioactive compounds responsible for this effect remain stable throughout digestion, ensuring their efficacy upon consumption. The preservation of antimicrobial activity post-digestion would enhance the potential of carob extracts as natural antimicrobial agents in functional foods and therapeutic applications, although clinical trials are needed.

### Other activities

In addition to the previously discussed properties, carob fractions have demonstrated two additional biological activities. On the one hand, Saci et al. <sup>48</sup> demonstrated *in vitro* that carob pod was able to inhibit two enzymes involved in the formation of molecules that trigger Alzheimer's disease by analyzing different stages of maturation of the carob pod. In the study, the highest IC<sub>50</sub> values for acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase with 13.19 and 13.26 µg/mL were reached in immature pods. Consistent with the above-mentioned findings, El Sayed et al. <sup>44</sup> found in an *in vivo* assay with mice that carob leaves were able to reduce amyloid-β (Aβ) ( $p < 0.001$ ), molecules responsible for Alzheimer's disease, and change different parameters related to spatial memory. *In vitro* and *in vivo* results reinforce the scientific evidence supporting the neuroprotective potential of carob fractions, although further clinical studies are needed to confirm these effects in humans. On the other hand, Moubtakir et al. <sup>60</sup> tested *in vivo* the antiulcer activity of carob pulp extract using 250 and 500 mg/kg on Wistar rats and Swiss mice. Results showed that both concentrations

reduced approximately a 90 % ulceration index, achieving similar levels to 30 mg/kg of omeprazole, the most popular gastroprotective drug.

### CONCLUSIONS

Carob and its extracts stand out as promising ingredients for the development of future foods, thanks to their exceptional nutritional profile, functional properties, and sustainable cultivation. Its high content of low-glycemic carbohydrates, particularly D-pinitol, makes it a natural sweetener with potential benefits for blood glucose regulation. Additionally, its high fiber content supports digestive and metabolic health, while its supply of complete proteins and essential minerals further enhances its nutritional value. From a functional perspective, the presence of bioactive compounds such as polyphenols and antioxidants has demonstrated protective effects against metabolic, cardiovascular, and neurodegenerative diseases.

Given these properties, carob can be considered an exceptional for the development of next-generation functional foods, including high-protein gluten-free plant-based snacks, gut-health-enhancing prebiotic formulations, sugar alternatives for diabetic-friendly products or functional products able to contribute to a healthy ageing. Its versatility and nutritional benefits further underscore its growing recognition as a valuable food ingredient.

However, despite these promising applications, further research is needed to standardize extraction protocols and conduct clinical studies that validate carob's therapeutic potential. Addressing these gaps will ensure its broader adoption in the development

**Table 3.** Antioxidant activity of the different carob fractions, assessed using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging), ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization), FRAP (ferric reducing antioxidant power), and ORAC (oxygen radical absorbance capacity) assays.

Methodology	Pod		Seed		Leaves	Ref.
	Pulp	Seed	Germ	Peel		
DPPH	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	12 -179	51,55-57
	1.64 - 12.22	n.a.				
ABTS	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	51
	1.44 - 2.75	n.a.				
FRAP	n.a.	n.a.	0.025	0.034	n.a.	13,37,51
	0.035-1.56	n.a.				
ORAC	n.a.	n.a.	7.13	7.78	n.a.	37
	4.82	n.a.				

Results are expressed in g Trolox E/100 g dry product. *In order to compare the antioxidant activity among carob by-products object of this study and methodology, only the studies which have shown the antioxidant activity in w (Trolox E)/w (dry product) have been included.*

of future health-oriented food formulations, reinforcing its role in both human health promotion and sustainable food innovation.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Helen Warburton for editing the English style.

## AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Conceptualisation: H.G.-L., S.R., N.C., and É.P.-E.; Methodology: H.G.-L., S.R., N.C.; Formal Analysis: H.G.-L., S.R., N.C.; Investigation: H.G.-L., S.R., and N.C.; Writing – Original Draft Preparation: H.G.-L., S.R., and N.C.; Writing – Review & Editing: H.G.-L., N.C., and É.P.-E.; Supervision: É.P.-E.; Funding Acquisition: É.P.-E. and J.M.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

## FUNDING

This research has been funded by the AGROALNEXT programme (project AGROALNEXT/2022/002), supported by NextGenerationEU funds (PRTR-C17.11) from the European Union, the Spanish Government (MCIN), and the Generalitat Valenciana. Additional funding for Noelia Castillejo's contract has been provided through the Juan de la Cierva programme (JDC2022-049432-I), cofinanced by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and the European Union's NextGenerationEU/PRTR initiative.

## CONFLICT OF INTERESTS

None.

## DATA AVAILABILITY

Data are available upon request.

## REFERENCES

- (1) Biernacka B, Dziki D, Gawlik-Dziki U, Różyło R, Siastała M. Physical, sensorial, and antioxidant properties of common wheat pasta enriched with carob fiber. *LWT*. 2017;77:186-92. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.042>
- (2) Lupu MI, Canja CM, Padureanu V, Boieriu A, Maier A, Badarau C, et al. Insights on the Potential of Carob Powder (*Ceratonia siliqua* L.) to Improve the Physico-Chemical, Biochemical and Nutritional Properties of Wheat Durum Pasta. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2023;13(6). <https://doi.org/10.3390/app13063788>
- (3) Djebari S, Wrona M, Nerín C, Djaoudene O, Guemouni S, Boudria A, et al. Phenolic compounds profile of macerates of different edible parts of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) using UPLC-ESI-Q-TOF-MSE: Phytochemical screening and biological activities. *Fitoterapia*. 2024;172. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105696>
- (4) Zouari N, El Mtili N. In Vitro Propagation of Mature Carob Trees (*Ceratonia siliqua* L.) from the Axillary Buds. *Am J Plant Sci*. 2020;11(09):1369-82. <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.119098>
- (5) Gioxari A, Amerikanou C, Nestoridi I, Gourgari E, Pratsinis H, Kalogeropoulos N, et al. Carob: A Sustainable Opportunity for Metabolic Health. *Foods*. 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11142154>
- (6) Naciones Unidas. La Agenda para el Desarrollo Sostenible [Internet]. Nueva York: Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- (7) FAOSTAT Statistical Database of Food and Agriculture Organization of the United Nations. [accedido 24 marzo 2025]. <https://www.fao.org/faostat/>
- (8) Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Grupo PRISMA Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2014;18(3):172-81.
- (9) Mahtout R, Ortiz-Martínez VM, Salar-García MJ, Gracia I, Hernández-Fernández FJ, Ríos AP, et al. Algerian carob tree products: A comprehensive valorization analysis and future prospects. *Sustainability (Switzerland)*. 2018;10(1). <https://doi.org/10.3390/su10010090>
- (10) Papaefstathiou E, Agapiou A, Giannopoulos S, Kokkinofa R. Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. *Food Sci Nutr*. 2018;6(8):2151-61. <https://doi.org/10.1002/fsn3.776>
- (11) Fadel F, El Mehrach K, Chebli B, Fahmi F, El Hafa M, Amri O, et al. Morphometric and physicochemical characteristics of carob pods in three geographical regions of Morocco. *SN Appl Sci*. 2020;2(12). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03963-w>
- (12) Kyrtzias AC, Antoniou C, Papayiannis LC, Graziani G, Roupheal Y, Kyriacou MC. Pod Morphology, Primary and Secondary Metabolite Profiles in Non-grafted and Grafted Carob Germplasm Are Configured by Agro-Environmental Zone, Genotype, and Growing Season. *Front Plant Sci*. 2021;11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.612376>
- (13) Khelouf I, Jabri Karoui I, Abderrabba M. Chemical composition, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of carob pulp (*Ceratonia siliqua* L.) from Tunisia. *Chemical Papers*. 2023;77(10):6125-34. <https://doi.org/10.1007/s11696-023-02926-w>
- (14) Ku MC-Y, Liu S-Q. Unveiling the cocoa-carob flavour gap in dark chocolates via instrumental and descriptive sensory analyses. *Food Research International*. 2024;195. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114992>
- (15) Boutasknit A, Baslam M, Ait-El-mokhtar M, Anli M, Ben-Laouane R, Douira A, et al. Arbuscular mycorrhizal fungi mediate drought tolerance and recovery in two contrasting carob (*Ceratonia siliqua* L.) ecotypes by regulating stomatal, water relations, and (in)organic adjustments. *Plants*. 2020;9(1). <https://doi.org/10.3390/plants9010080>
- (16) Sánchez-Hidalgo M, León-González AJ, Gálvez-Peralta M, González-Mauraza NH, Martín-Cordero C. d-Pinitol: a cyclitol with versatile biological and pharmacological activities. *Phytochemistry Reviews*. 2021:211-24. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09677-6>
- (17) Rodríguez-Solana R, Romano A, Moreno-Rojas JM. Carob pulp: A nutritional and functional by-product worldwide spread in the formulation of different food products and beverages. a review. *Processes*. 2021. <https://doi.org/10.3390/pr9071146>
- (18) Korkmaz N, Akin M, Koc A, Eydurán SP, İlhan G, Sagbas HI, et al. Morphological and biochemical diversity among wild-grown carob

- trees (*Ceratonia siliqua* L.). *Folia Horticulturae*. 2020;32(1):69-78. <https://doi.org/10.2478/fhort-2020-0007>
- (19) Richane A, Ismail HB, Darej C, Attia K, Moujahed N. Potential of Tunisian carob pulp as feed for ruminants: chemical composition and in vitro assessment. *Trop Anim Health Prod*. 2022;54(1). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03071-4>
- (20) Hanoğlu A, Karaoğlu MM, Bedir Y. The effect of carob, orange and carrot pulps on physical, chemical and microbiological properties of Turkish delight. *Int J Gastron Food Sci*. 2023;32. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100709>
- (21) Mamone G, Sciammaro L, De Caro S, Di Stasio L, Siano F, Picariello G, et al. Comparative analysis of protein composition and digestibility of *Ceratonia siliqua* L. and *Prosopis* spp. seed germ flour. *Food Research International*. 2019;120:188-95. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.035>
- (22) Taghvaei M, Smith B, Yazar G, Bean S, Tilley M, Ioerger B. Identification of gluten-like proteins in selected pod bearing leguminous tree seeds. *PLoS One*. 2021;16(4 April). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.024942>
- (23) Yazar G, Kokini JL, Smith B. Comparison of mixing and non-linear viscoelastic properties of carob germ glutelins and wheat glutenin. *Food Hydrocoll*. 2023;143. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108922>
- (24) Boutasknit A, Ait-El-Mokhtar M, Fassih B, Ben-Laouane R, Wahbi S, Meddich A. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rock Phosphate on Growth, Physiology, and Biochemistry of Carob under Water Stress and after Rehydration in Vermicompost-Amended Soil. *Metabolites*. 2024;14(4). <https://doi.org/10.3390/metabo14040202>
- (25) Tsatsaragkou K, Mandala I, Stoforos NG. Fermentation Kinetics of Gluten-Free Breads: The Effect of Carob Fraction and Water Content. *Foods*. 2023;12(9). <https://doi.org/10.3390/foods12091809>
- (26) Filipini G, Passos AP, Fernandes SS, Salas-Mellado M de las M. Nutritional value, technological and sensory evaluation of gluten-free bread enriched with soybean flour and coconut oil. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2021;15(4):3853-61. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00971-1>
- (27) Grasso N, Alonso-Miravalles L, O'Mahony JA. Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods*. 2020;9(3). <https://doi.org/10.3390/foods9030252>
- (28) Siano F, Sciammaro L, Volpe MG, Mamone G, Puppo MC, Picariello G. Integrated Analytical Methods to Characterize Lipids from *Prosopis* spp. and *Ceratonia siliqua* Seed Germ Flour. *Food Anal Methods*. 2018;11(12):3471-80. <https://doi.org/10.1007/s12161-018-1323-x>
- (29) Amar YMB, Potorti AG, Albergamo A, Litrenta F, Rando R, Mouad LB, et al. Study of the lipid fraction of Moroccan and Italian carobs (*Ceratonia siliqua* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2024. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202400036>
- (30) Fidan H, Stankov S, Petkova N, Petkova Z, Iliev A, Stoyanova M, et al. Evaluation of chemical composition, antioxidant potential and functional properties of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds. *J Food Sci Technol*. 2020;57(7):2404-13. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04274-z>
- (31) Yatim M, El-Askri T, Sehli Y, Amechrouq A, El Yaacoubi A, Ainane T, et al. Morphological and chemical characterization of carob pulps collected from four moroccan regions. *Moroccan Journal of Chemistry*. 2022;10(4):787-99. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v10i4.34416>
- (32) Oumlouki KE, Salih G, Jilal A, Dakak H, Amrani ME, Zouahrt A. Comparative study of the mineral composition of carob pulp (*Ceratonia siliqua* L.) from various regions in Morocco. *Moroccan Journal of Chemistry*. 2021;9(4):741-53. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v9i3.21872>
- (33) Capcanari T, Covaliov E, Chirsanova A, Popovici V, Radu O, Siminiuc R. Bioactive profile of carob (*Ceratonia siliqua* L.) cultivated in European and North Africa agrifood sectors. *Ukrainian Food Journal*. 2023;12(2):227-39. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2023-12-2-6>
- (34) Laaraj S, Hussain A, Mouhaddach A, Noutfia Y, Gorski FI, Yaqub S, et al. Nutritional Benefits and Antihyperglycemic Potential of Carob Fruit (*Ceratonia siliqua* L.): An Overview. *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2024;25(3):124-32. <https://doi.org/10.12912/27197050/178456>
- (35) Cegledi E, Dobrosravić E, Zorić Z, Repajić M, Elez Garofulić I. Antioxidant Activity of Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.) Leaf Extracts Obtained by Advanced Extraction Techniques. *Processes*. 2024;12(4). <https://doi.org/10.3390/pr12040658>
- (36) Yatim M, Kahkahi R El, Sbata IE-, Askri TE-, ElOirdi S, Lakhlifi T, et al. Effects of Pre-sowing Treatments and Abiotic Stress on the Germination of *Ceratonia siliqua* Seeds of Four Moroccan Biomes. *Annu Res Rev Biol*. 2020;11-31. <https://doi.org/10.9734/arrb/2020/v35i1230307>
- (37) Rico D, Martín-Diana AB, Martínez-Villaluenga C, Aguirre L, Silván JM, Dueñas M, et al. In vitro approach for evaluation of carob by-products as source bioactive ingredients with potential to attenuate metabolic syndrome (MetS). *Heliyon*. 2019;5(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01175>
- (38) Vilas-Boas AM, Brassesco ME, Quintino AC, Vieira MC, Brandão TRS, Silva CLM, et al. Particle Size Effect of Integral Carob Flour on Bioaccessibility of Bioactive Compounds during Simulated Gastrointestinal Digestion. *Foods*. 2022;11(9). <https://doi.org/10.3390/foods11091272>
- (39) Ozdemir Y, Oncel B, Keceli M. Purification of crude fiber from carob molasses pulp and uses in traditional Turkish sucuk. *Int J Gastron Food Sci*. 2021;25. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100410>
- (40) Kaya SY, İlhan S, Paksoy ÖI. Enhancement of semolina pasta with carob molasses pulp. *Czech Journal of Food Sciences*. 2024;42(2):109-17. <https://doi.org/10.17221/152/2023-CJFS>
- (41) Correia PJ, Saavedra T, Gama F, da Graça Miguel M, de Varennes A, Pestana M. Biologically active compounds available in *Ceratonia siliqua* L. grown in contrasting soils under Mediterranean climate. *Sci Hortic*. 2018;235:228-34. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.010>
- (42) Richane A, Rim BM, wided M, Riadh K, Khaoula A, Nizar M, et al. Variability of phenolic compounds and antioxidant activities of ten *Ceratonia siliqua* L. provenances. *Biochem Syst Ecol*. 2022;104. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104486>
- (43) Christou A, Stavrou IJ, Kapnissi-Christodoulou CP. Combined use of  $\beta$ -cyclodextrin and ionic liquid as electrolyte additives in EKC for separation and determination of carob's phenolics—A study of the synergistic effect. *Electrophoresis*. 2021;42(19):1945-55. <https://doi.org/10.1002/elps.202100085>
- (44) El Sayed NS, Abidar S, Nhiri M, Hritcu L, Ibrahim WW. Aqueous extract of *Ceratonia siliqua* L. leaves elicits antioxidant, anti-inflammatory, and AChE inhibiting effects in amyloid- $\beta$ 42-induced cognitive deficit mice: Role of  $\alpha$ 7-nAChR in modulating Jak2/PI3K/Akt/GSK-3 $\beta$ / $\beta$ -catenin cascade. *Phytotherapy Research*. 2023;37(6):2437-53. <https://doi.org/10.1002/ptr.7766>

- (45) Elbouzidi A, Taibi M, Ouassou H, Ouahhoud S, Ou-Yahia D, Loukili EH, et al. Exploring the Multi-Faceted Potential of Carob (*Ceratonia siliqua* var. *Rahma*) Leaves from Morocco: A Comprehensive Analysis of Polyphenols Profile, Antimicrobial Activity, Cytotoxicity against Breast Cancer Cell Lines, and Genotoxicity. *Pharmaceuticals*. 2023;16(6). <https://doi.org/10.3390/ph16060840>
- (46) Spizzirri UG, Abduvakhidov A, Caputo P, Crupi P, Muraglia M, Rossi CO, et al. Kefir Enriched with Carob (*Ceratonia siliqua* L.) Leaves Extract as a New Ingredient during a Gluten-Free Bread-Making Process. *Fermentation*. 2022;8(7). <https://doi.org/10.3390/fermentation8070305>
- (47) Benito-Vázquez I, Garrido-Romero M, Hontoria-Caballo G, García-García C, Díez-Munición M, Moreno FJ. Carob (*Ceratonia siliqua*) Flour as Source of Bioactive Compounds: Production, Characterization and Nutraceutical Value. *Foods*. 2024;13(19). <https://doi.org/10.3390/foods13193024>
- (48) Saci F, Bachir bey M, Louailleche H, Gali L, Bensouici C. Changes in anticholinesterase, antioxidant activities and related bioactive compounds of carob pulp (*Ceratonia siliqua* L.) during ripening stages. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2020;14(2):937-45. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00344-9>
- (49) El-Haddad AE, Gendy AM, Amin MM, ALshareef WA, El Gizawy HA. Comparative characterization of carob pulp and seeds extracts: HPLC, antimicrobial, anti-inflammatory, and cytotoxic studies. *Egypt J Chem*. 2022;65(10):279-84. <https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2022.116534.5265>
- (50) Siano F, Mamone G, Vasca E, Puppo MC, Picariello G. Pasta fortified with C-glycosides-rich carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ flour: Inhibitory activity against carbohydrate digesting enzymes. *Food Research International*. 2023;170. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112962>
- (51) Zahorec J, Šoronja-Simović D, Kocić-Tanackov S, Bulut S, Martić N, Bijelić K, et al. Carob Pulp Flour Extract Obtained by a Microwave-Assisted Extraction Technique: A Prospective Antioxidant and Antimicrobial Agent. *Separations*. 2023;10(9). <https://doi.org/10.3390/sep10090465>
- (52) Venianakis T, Parisi N, Christou A, Goulas V, Nikoloudakis N, Botsaris G, et al. Phytochemical Analysis and Biological Evaluation of Carob Leaf (*Ceratonia siliqua* L.) Crude Extracts Using NMR and Mass Spectroscopic Techniques. *Molecules*. 2024;29(22). <https://doi.org/10.3390/molecules29225273>
- (53) Christou A, Stavrou IJ, Kapnissi-Christodoulou CP. Continuous and pulsed ultrasound-assisted extraction of carob's antioxidants: Processing parameters optimization and identification of polyphenolic composition. *Ultrason Sonochem*. 2021;76. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105630>
- (54) Gregoriou G, Neophytou CM, Vasinou A, Gregoriou Y, Hadjipakkou H, Pinakoulaki E, et al. Anti-cancer activity and phenolic content of extracts derived from cypriot carob (*Ceratonia siliqua* L.) pods using different solvents. *Molecules*. 2021;26(16). <https://doi.org/10.3390/molecules26165017>
- (55) Ioannou GD, Savva IK, Christou A, Stavrou IJ, Kapnissi-Christodoulou CP. Phenolic Profile, Antioxidant Activity, and Chemometric Classification of Carob Pulp and Products. *Molecules*. 2023;28(5). <https://doi.org/10.3390/molecules28052269>
- (56) Ben Othmen K, Elfalleh W, Lachiheb B, Haddad M. Evolution of phytochemical and antioxidant activity of Tunisian carob (*Ceratonia siliqua* L.) pods during maturation. *Eurobiotech Journal*. 2019;3(3):135-42. <https://doi.org/10.2478/ebtj-2019-0016>
- (57) Kayel I, Essghaier B, Benabderrahim MA, Rodríguez-Arcos R, Jiménez-Araujo A, Guillén-Bejarano R, et al. Three Mediterranean species from natural plant communities (*Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, and *Olea europaea* var. *sylvestris*): phenolic acids, flavonoids, and biological activities. *South African Journal of Botany*. 2024;175:620-7. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.10.056>
- (58) Ben Ayache S, Behija Saafi E, Emhemmed F, Flamini G, Achour L, Muller CD. Biological Activities of Aqueous Extracts from Carob Plant (*Ceratonia siliqua* L.) by Antioxidant, Analgesic and Proapoptotic Properties Evaluation. *Molecules*. 2020;25(14). <https://doi.org/10.3390/molecules25143120>
- (59) Ben Othmen K, Elfalleh W, García Beltrán JM, Esteban MÁ, Haddad M. An in vitro study of the effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) leaf extracts on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) leucocyte activities. Antioxidant, cytotoxic and bactericidal properties. *Fish Shellfish Immunol*. 2020;99:35-43. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.005>
- (60) Moubtakir S, Terrafe C, Laaradia MA, Badaoui M, Oubella K, Agouram FZ, et al. Antioxidant, anti-inflammatory and antiulcer effects of Moroccan *Ceratonia siliqua* pulp in animal models. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2024;23(5):847-53. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v23i5.6>
- (61) Darwish WS, Khadr AE, Kamel MA, Abd Eldaim MA, El Sayed IE, Abdel-Bary HM, et al. Phytochemical Characterization and Evaluation of Biological Activities of Egyptian Carob Pods (*Ceratonia siliqua* L.) Aqueous Extract: In Vitro Study. *PLANTS-BASEL*. 2021;10(12). <https://doi.org/10.3390/plants10122626>
- (62) Christou A, Stavrou K, Michael C, Botsaris G, Goulas V. Evaluation of Mediterranean Tree Leaves as Valuable Biomass of Digestive Enzymes and Bacterial Inhibitors in the Concept of Circular Bioeconomy. *Biomass (Switzerland)*. 2024;4(2):442-54. <https://doi.org/10.3390/biomass4020022>
- (63) Deans BJ, Skierka BE, Karagiannakis BW, Vuong D, Lacey E, Smith JA, et al. Siliquapyranone: A Tannic Acid Tetrahydropyran-2-one Isolated from the Leaves of Carob (*Ceratonia siliqua*) by Pressurised Hot Water Extraction. *Aust J Chem*. 2018;71(9):702-7. <https://doi.org/10.1071/CH18265>
- (64) de Falco B, Grauso L, Fiore A, Bonanomi G, Lanzotti V. Metabolomics and chemometrics of seven aromatic plants: Carob, eucalyptus, laurel, mint, myrtle, rosemary and strawberry tree. *Phytochemical Analysis*. 2022;33(5):696-709. <https://doi.org/10.1002/pca.3121>
- (65) Hussein WA, Salem AA, Fahmy HA, Mouneir SM, Soliman AS, Abbas MS. Effect of Carob, Doum, and Cinnamon Powder on Blood Lipid Profile in Diabetic Rats. *Egypt J Chem*. 2022;65(9):317-28. <https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2022.114446.5202>
- (66) Martínez-Villaluenga C, Peñas E, Rico D, Martín-Diana AB, Portillo MP, Macarulla MT, et al. Potential usefulness of a wakame/carob functional snack for the treatment of several aspects of metabolic syndrome: From in vitro to in vivo studies. *Mar Drugs*. 2018;16(12). <https://doi.org/10.3390/md16120512>

- (67) Fujita K, Norikura T, Matsui-Yuasa I, Kumazawa S, Honda S, Sonoda T, et al. Carob pod polyphenols suppress the differentiation of adipocytes through posttranscriptional regulation of C/EBP $\beta$ . PLoS One. 2021;16(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248073>
- (68) Chaalal M, Ydjedd S, Chemache L, López-Nicolás R, Sánchez-Moya T, Frontela-Saseta C, et al. Evaluation of the antimicrobial potential of digested and undigested carob phenolic extracts: Impact on selected gut microbiota. Acta Aliment. 2023;52(4). <https://doi.org/10.1556/066.2023.00172>