



AÑO 6, NÚMERO 16  
SEPT-DIC 2021  
ISSN 2448-7341

# Acta de Ciencia en Salud



## Efectos de los fructanos del *Agave* mexicano como potencial prebiótico y su importancia en la microbiota humana

Efectos del aceite en  
la hipercolesterolemia

Residuos alimenticios:  
fuente de componentes  
bioactivos para la elaboración  
de alimentos funcionales

Probióticos como suplemento  
alimenticio y su efecto en  
enfermedades gastrointestinales

Dosis ENARM



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE TONALÁ

Acta de  
Ciencia  
en Salud



AÑO 6, NÚMERO 16 | SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2021

# DIRECTORIO

Dr. en C. Milton Omar Guzmán Ornelas  
EDITOR EN JEFE

## Equipo editorial

Dra. en C. Karla Janetté Nuño Anguiano  
Dra. María Guadalupe Ramírez Contreras  
Dra. Beatriz Alejandra Treviño Talavera  
Dr. Leonel García Benavides  
Mtra. Martha de Nuestra Señora de San Juan Rodríguez Sahagún  
MTA. Diego Reynoso Orozco  
Pedro Josel Ibarra Núñez  
Héctor Alejandro Campos Mariz  
José Alan Fernando Galván Escoto  
Karla Alejandra López Valencia



La publicación de esta revista se financió con recursos del Programa de Revistas Científicas Universitarias 2021.  
© **Acta de Ciencia en Salud** Año 6, No. 16. Septiembre-diciembre, 2021 es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad de Guadalajara a través de la División de Ciencias de la Salud del Centro Universitario de Tonalá.  
Avenida Nuevo Periférico No. 555, Ejido San José Tatepozco  
C.P. 48525, Tonalá, Jalisco, México.  
Teléfono: 33 3540 3020, [milton.guzman@academicos.udg.mx](mailto:milton.guzman@academicos.udg.mx)

Editor responsable: Dr. Milton Omar Guzmán Ornelas.  
Reservas de Derechos al Uso Exclusivo 04-2015-121013411000-102, ISSN 2448-7341, otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Licitud de Título: en Trámite. Licitud de Contenido: En trámite. Ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.

Editada por **Typotaller**  
Barra de Navidad 76  
Vallarta Poniente  
CP 44110  
Guadalajara, Jalisco, México

Fotografías  
©unsplash.com

Este número se terminó de imprimir en enero de 2022

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.  
Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

# PRÓLOGO

Del Congreso Internacional de Inocuidad de Alimentos hay mucho que decir. Su historia se remonta a 1984, cuando 160 profesionistas mexicanos asistieron a la primera Reunión Anual de Microbiología, Higiene y Toxicología de los Alimentos en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. A partir de 1994, se invitó a científicos de alto nivel procedentes de Estados Unidos de Norteamérica, y los primeros en participar procedían de la Universidad de Georgia y de Texas A&M. Desde entonces se ha contado con conferencistas de Alemania, Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, España, Estados Unidos, Francia, Guatemala, Perú, Uruguay, Venezuela y, por supuesto, México.

Es así como esta pequeña reunión evolucionó hasta convertirse, en 1998, en el Congreso Internacional de Inocuidad de Alimentos, cuyos objetivos son:

- Servir como un foro para la difusión de la investigación en el área de la protección a los alimentos (entendiendo como *protección* a todas las actividades tendientes a la producción de alimentos inocuos, nutritivos y agradables a los sentidos).
- Promover una producción de alimentos inocuos.
- Promover la educación de la sociedad y la formación de recursos humanos para la protección a los alimentos.

A partir de 2005, el congreso se lleva a cabo durante tres días en la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, lo que ha permitido incluir cursos precongreso de capacitación especializada en temas relacionados con la inocuidad de alimentos dirigidos a la comunidad científica, académica y de la industria. Esto lo ha convertido en el evento referente para el área de Microbiología e Inocuidad de los Alimentos, aquél al que hay que asistir para estar al día en los tópicos correspondientes y generar redes de colaboración: es el gran foro de divulgación científica donde un sinnúmero de estudiantes de pregrado y posgrado, así como académicos de carácter nacional e internacional, han encontrado el espacio idóneo para dar a conocer sus resultados de investigación.

En 2020, el mundo se enfrentó a la pandemia por COVID-19, lo que nos obligó a modificar la forma de socializar, de aprender, de actualizarnos. Es así como la vigesimotercera edición del congreso fue, por primera vez, llevada en formato virtual.

En 2021, la Reunión Nacional de Microbiología Higiene y Toxicología de los Alimentos cumplió 38 años de trabajo en equipo y logros ininterrumpidos. A lo largo de este tiempo se han sorteado obstáculos y cumplido metas siempre con la colaboración del profesorado del área de Microbiología Sanitaria y el apoyo de los estudiantes de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo del Departamento de Farmacobiología del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, así como de otras instituciones y patrocinadores.

Del Congreso Internacional de Inocuidad de Alimentos hay mucho que decir. Hay mucha historia, mucha ciencia, muchos microorganismos, muchos personajes, muchos lazos, mucho esfuerzo, mucho corazón, mucho amor... Es mi deseo más profundo que un poco de ello les sea transmitido a partir de las lecturas presentes en este volumen.

*Zuamí Villagrán*

PROFESORA INVESTIGADORA  
Centro Universitario de Los Altos  
Universidad de Guadalajara



## CONTENIDO

### **5** Efectos del aceite en la hipercolesterolemia

Lupercio-Tostado, Naomi  
Tapia-Gómez, Julieta

### **17** Residuos alimenticios: fuente de componentes bioactivos para la elaboración de alimentos funcionales

Artículo de revisión narrativa

Ramírez-Osorio, Laura Juliana  
Villarruel-López, Angélica  
Villagrán, Zuamí  
Anaya-Esparza, Luis Miguel

### **27** Probióticos como suplemento alimenticio y su efecto en enfermedades gastrointestinales

Camarena-Alvarado, Isaac  
Rodríguez-Mendoza, Vanessa  
Méndez-Robles, María Dolores  
Anaya-Esparza, Luis Miguel  
Villagrán, Zuamí

### **39** Efectos de los fructanos del *Agave* mexicano como potencial prebiótico y su importancia en la microbiota humana

Pineda-Tapia, Francisco Javier  
Villarruel-López, Angélica  
Iñiguez-Muñoz, Laura Elena

### **45** Dosis ENARM

Ibarra-Núñez, Pedro Josel  
Campos-Mariz, Héctor Alejandro  
Galván-Escoto, José Alan Fernando  
López-Valencia, Karla Alejandra

# Efectos del aceite en la hipercolesterolemia

■ Lupericio-Tostado, Naomi\*<sup>1</sup>  
■ Tapia-Gómez, Julieta<sup>1</sup>

## Resumen

Varios estudios mencionan que el aceite de oliva extra virgen ha mostrado beneficios de acuerdo a cómo actúan sus ácidos grasos monoinsaturados ayudando a incrementar las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y promover la inhibición de la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL). El aceite de oliva extra virgen contiene antioxidantes llamados *polifenoles* y *tocoferoles*, los cuales contribuyen a prevenir el desarrollo del estrés oxidativo. El aceite de oliva extra virgen es básicamente el único de los aceites que contiene una alta cantidad de estos compuestos antioxidantes, debido a que los demás aceites comestibles los pierden en el proceso de refinado.

Actualmente, el colesterol alto o hipercolesterolemia se considera como uno de los factores de riesgo más importantes relacionados al desarrollo de enfermedades cardiovasculares, pues incrementa el riesgo de infarto o derrames cerebrales, ya que puede limitar la irrigación sanguínea. Usualmente el nivel alto de colesterol no presenta síntomas y únicamente puede ser detectado por exámenes de sangre. El tratamiento para esta enfermedad se basa en medicamentos y una dieta balanceada acompañada de ejercicio físico.

Años atrás se creía que el consumo de grasas era muy perjudicial para la salud. Hoy en día existen estudios que demuestran que una dieta adecuada en cuanto a qué tipo de grasa se consume puede contribuir a

beneficiar la salud y a prevenir enfermedades como, en este caso, la hipercolesterolemia. En esta revisión se observó que el aceite de oliva extra virgen tuvo efectos beneficiosos al disminuir los niveles de colesterol LDL.

**Palabras clave:** hipercolesterolemia, HDL, aceite de oliva, compuestos antioxidantes, colesterol.

## Abstract

Several studies mention that extra virgin olive oil has shown benefits according to how its monounsaturated fatty acids act that help to increase high-density lipoproteins (HDL) and to promote the inhibition of oxidation of low-density lipoproteins (LDL). Extra virgin olive oil contains antioxidants called polyphenols and tocopherols, which help prevent the development of oxidative stress. Extra virgin olive oil is basically the only oil that contains a high amount of these antioxidant compounds, because other edible oils lose them in the refining process.

Currently, high cholesterol or hypercholesterolemia is considered one of the most important risk factors related to the development of cardiovascular diseases. It increases the risk of heart attack or stroke, since it can limit blood flow. High cholesterol levels usually have no symptoms and can only be detected

<sup>1</sup> Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Altos. Licenciatura en Nutrición. Av. Rafael Casillas Aceves 1200, 47600. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

\* naomi.lupericio@alumnos.udg.mx



by blood tests. Treatment for this disease is based on medication and a balanced diet accompanied by physical exercise.

Years ago, it was believed that the consumption of fats was very harmful to health. Today there are studies that show that an adequate diet in terms of what type of fat is consumed can contribute to benefit

health and prevent diseases such as hypercholesterolemia. In this review, it was shown that extra virgin olive oil had beneficial effects in lowering LDL cholesterol levels.

**Keywords:** hypercholesterolemia, HDL, olive oil, antioxidant compounds, cholesterol.

---

## Introducción

El aceite de oliva extra virgen es un derivado del olivo (*Olea europea L.*), el cual aporta beneficios para la salud y previene diversas patologías (Valenzuela *et al.*, 2016).

Actualmente existen estudios que muestran los efectos del aceite de oliva en enfermedades como el cáncer, la manera en que ayuda a la regulación de la glucosa y cómo aumenta la sensibilidad a la insulina en pacientes con diabetes mellitus, algunas enfermedades gastrointestinales, artritis reumatoide y enfermedades cardiovasculares (Cicerale, Lucas & Keast, 2010; Elaasser *et al.*, 2010).

Dos puntos principales de los efectos protectores del aceite de oliva son: ácidos monoinsaturados y sustancias antioxidantes. Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) ejercen acción protectora en el organismo por medio de compuestos lipídicos/proteicos relacionados a éstas, las cuales destacan por sus funciones antioxidantes, antiinflamatorias, de transporte reverso del colesterol (función más común), entre otras (Echeverría *et al.*, 2017).

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte a nivel mundial, con una cifra de fallecimientos del 42% en hombres y del 52% en mujeres (Estruch, 2014). El tratamiento “preventivo” que prescriben los especialistas se basa en fármacos (hipolipemiantes, antihipertensivos).

El presente artículo aborda los efectos del aceite de oliva extra virgen en enfermedades cardiovasculares (hipercolesterolemia e hipertensión arterial). De igual manera, se comparan el costo de la medicina utilizada en este tipo de patologías y el del aceite de oliva extra virgen. Esta revisión se centrará en la acción de los ácidos grasos monoinsaturados sobre el perfil lipí-

dico de los consumidores. Además, el aceite de oliva contiene compuestos fenólicos que promueven la inhibición de la oxidación del colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL), así como la estimulación de agentes antiinflamatorios (Perona *et al.*, 2011).

## Generalidades del aceite de oliva

El Convenio Internacional del Aceite de Oliva de 1986 define a dicho aceite como zumo oleoso extraído a través del prensado del fruto del olivo en un estado perfecto de maduración, cuya naturaleza química no ha sido alterada. Por consiguiente, para su obtención se utilizan únicamente los procedimientos de prensado, lavado, decantación, centrifugado y filtración (Sánchez-Rodríguez, 2018).

El aceite de oliva extra virgen y el aceite de oliva virgen provienen principalmente del mesocarpio, con una pequeña aportación de la semilla del fruto posterior al primer y segundo prensado del fruto de la aceituna por prensado en frío, libre de productos químicos, con una mínima cantidad de calor (Reboredo-Rodríguez *et al.*, 2018).

## Proceso de extracción del aceite de oliva

El proceso de extracción del aceite de oliva ha mejorado con el paso del tiempo. Anteriormente se utilizaba la técnica clásica en las llamadas “almazaras” (fábricas donde se produce el aceite de oliva virgen). Dicha técnica radica en triturar la aceituna en molinos de piedra, batir la pasta en una batidora y extraer el aceite prensando la pasta obtenida. En los años sesenta se instalaron en las almazaras los llamados “sistemas continuos”, se sustituyen las prensas por decantadores que extraen el aceite del resto de la pasta a

través de la centrifugación y los molinos de piedra se cambian por molinos metálicos que operan continuamente. Estos decantadores se conocen como “decantadores de tres fases” a causa de que había tres salidas de productos (aceite, alpechín y orujo). Desgraciadamente, dicho sistema precisaba de grandes cantidades de agua, por lo que en los años noventa se establece un nuevo tipo de decantador, uno que requiere dos fases porque sólo tiene dos salidas de producto: aceite y orujo de dos fases, que es la mezcla de alpechín y orujo (Cano Marchal *et al.*, 2011).

Actualmente se utilizan principalmente dos tipos de centrifugación para el proceso de extracción: las ya mencionadas técnicas de centrifugación de tres fases y de dos fases. Por otro lado, está la centrifugación vertical y la filtración, la cual consiste en separar el agua residual de las impurezas sólidas, de manera que se obtiene un aceite claro y se disminuye la concentración de humedad del aceite de oliva virgen a un porcentaje aproximado de 0.18% (Clodoveo *et al.*, 2015).

### **Sustancias activas del aceite de oliva**

Los beneficios del aceite de oliva se atribuyen a su composición nutricional. Al mantener la mayoría de sus componentes más importantes indemnes (vitaminas, ácido oleico monoinsaturado, compuestos fenólicos, oleuropeína, oleuropeína aglicona, oleocanthal, hidroxitirosol y tirosol) (Duborija-Kovacevic & Shavrina, 2018), se trata de un producto que protege y regula el equilibrio de nuestra salud.

Entre los compuestos que destacan en el aceite se encuentran:

- El ácido oleico, que ayuda a disminuir la concentración y la oxidación de las LDL en sangre, así como el riesgo a desarrollar enfermedades cardiovasculares, ya que influye de manera favorable en la coagulación. De igual manera, posee actividades antitumorales (Duborija-Kovacevic & Shavrina, 2018; Santana-Garrido *et al.*, 2020).
- La oleuropeína, que presenta características neuroprotectoras. Aunque la investigación sigue en fase inicial, se han visto buenos resultados en cuanto a las enzimas antioxidantes que la componen, hepáticas y cardioprotectoras (Duborija-Kovacevic & Shavrina, 2018). Se ha relaciona-

do a la mejora de los parámetros inflamatorios en modelos de inflamación. Posee propiedades antiproliferativas y antitumorales que inducen el proceso de apoptosis de las células cancerosas, especialmente en la región del colon (Marcelino *et al.*, 2019). Se registró que la oleuropeína puede inhibir la oxidación de las LDL y, de esta manera, eliminar los radicales libres (Reboredo-Rodríguez *et al.*, 2018).

- El oleocanthal, aunque aparece con menor frecuencia en los estudios, ha demostrado características que ayudan a la inflamación, tumores y algunas enfermedades neurodegenerativas (Vera *et al.* 2019).
- El hidroxitirosol —alcohol fenólico y uno de los principales contenidos polifenólicos del aceite de oliva extra virgen— posee actividad antiinflamatoria, así como antiteratogénica, lo que mejora el perfil lipídico, reduce el estrés oxidativo y activa las células inflamatorias. De igual manera, actúa sobre la expresión de los receptores activados por el proliferador de peroxisomas  $\gamma$  (*Ypsilon*) y  $\alpha$  (*Alpha*), lo que disminuye el tamaño de los adipocitos (Marcelino *et al.*, 2019).
- El tirosol, que presenta propiedades antioxidantes en menor proporción que las del hidroxitirosol (Marković *et al.*, 2019).

Según el Reglamento de la Unión Europea n°432/2012 de la Comisión Europea, para que los polifenoles se consideren protectores frente a eventos oxidativos, el aceite de oliva debe contener por lo menos 5 mg de hidroxitirosol por cada 20 g de aceite de oliva (Comisión, 1991).

Además de las diferentes sustancias que componen este aceite, existe una clasificación de acuerdo al grado de acidez, índice de peróxido, entre otros, para delimitar su calidad.

### **Clasificación y calidad del aceite de oliva**

La calidad de un aceite se delimita de acuerdo a distintos lineamientos. Algunos de ellos son (Kalogianni, Georgiou & Hasanov, 2019):

- *Grado de acidez.* El porcentaje de acidez indica el número de ácidos grasos libres en el aceite.



- *Absorbancia en el ultravioleta*. Marca la existencia de compuestos anormales en el aceite.
- *Índice de peróxido*. Cuantifica el deterioro de los antioxidantes naturales del aceite.
- *Ceras*. Se manifiestan con el tiempo luego de almacenarse y se eliminan a través de enfriamiento y centrifugación.

El porcentaje de ácido oleico (la acidez) señala el número de ácidos grasos libres en el aceite. Éstos pueden llegar a liberarse si las aceitunas maduran demasiado, sufren golpes o su almacenamiento y temperatura no son los adecuados. Si la acidez es alta, la calidad es menor (Baldo *et al.*, 2019).

En caso de que el aceite de oliva virgen sea de mala calidad, debe ser refinado y sometido a las siguientes etapas (Gómez-Coca *et al.*, 2020):

- *Neutralización*. Se elimina la acidez sobrante.
- *Decoloración*. Elimina colores indeseables.
- *Desodorización*. Elimina olores molestos.

Después de todo el proceso de refinado, el aceite es insípido, incoloro y su acidez es menor a 0.3 g/100 g.

A pesar de que es comestible, pierde valor nutricional y funcional. Para comercializarlo, se le añade aceite de oliva virgen; en cuanto más se le añade, mayor es el porcentaje de acidez (Lucci *et al.*, 2020).

La Unión Europea (UE) es considerada la principal productora, consumidora y exportadora de aceite de oliva. Alrededor del 67% es producido por la UE, y representa el 53% de consumo a nivel mundial. Para que el aceite de oliva sea comercializado en su correspondiente categoría, sus características deben respetar la normativa de la UE (ver Tabla 1).

Con esto en consideración, se puede concluir que se debe tener cuidado a la hora de elegir el tipo de aceite que se consume, ya que no todos los aceites de oliva tendrán el mismo efecto en el tratamiento para la hipercolesterolemia.

## Hipercolesterolemia

El colesterol elevado se determina como un valor de colesterol total mayor o igual a 5 mmol/L; es decir, 190 mg/dL. Ahora bien, la hipercolesterolemia se caracteriza por altos niveles de colesterol LDL, que suele derivarse de malos hábitos alimenticios y se relaciona con el síndrome metabólico (Zárata *et al.*, 2016).

**Tabla 1. Clasificación del aceite de oliva según la normativa de la Unión Europea**

Tipo de aceite	Acidez	Descripción
Aceite de oliva refinado	Menor a 0.5°	Extraído por medio de refinación de aceites de oliva vírgenes
Aceite de orujo refinado	Menor a 0.5°	Se consigue a través del proceso de refinación del aceite de orujo crudo
Aceite de oliva extra virgen	Menor a 0.8°	De calidad máxima, característico por no poseer defectos sensoriales
Aceite de oliva	Menor a 1.5°	Conjunto de aceites de oliva vírgenes diferentes al aceite de oliva lampante y al aceite de oliva refinado
Aceite de orujo de oliva	Menor a 1.5°	Es una combinación de aceite de orujo refinado y de aceites de oliva vírgenes, diferente al aceite de oliva lampante
Aceite de orujo crudo	Menor a 2°	Extraído del orujo (derivado de la aceituna) mediante disolventes
Aceite de oliva virgen fino	Menor a 2°	Característico por su gusto impecable
Aceite de oliva virgen corriente	Menor a 3.3°	Es considerado de buen gusto
Aceite de oliva virgen lampante	Mayor a 3.3°	Su gusto se considera defectuoso

Fuente: Elaboración propia con base en Gavahian *et al.* (2019) y European Commission (2020).

**Tabla 2. Valores de colesterol LDL en niños mayores de 10 años, en adultos y la recomendación de la Sociedad Europea de Cardiología**

Individuos con hipercolesterolemia familiar	Nivel de colesterol LDL
Niños/as mayores de 10 años	2.6 mmol/L (<100 mg/dL)
Adultos	<1.8mmol/L (<70 mg/dL)
El nivel de colesterol recomendados por la Sociedad Europea de Cardiología es de <3.5 mmol/L (<135 mg/dL)	

Fuente: Pećin *et al.* (2017).

**Tabla 3. Recomendaciones de la Sociedad Mexicana de Cardiología**

Riesgo de mortalidad cardiovascular	Objetivo terapéutico
Muy alto	<55 mg/dL
Alto	<100 mg/dL
Moderado	Reducción de 40 mg/dL

Fuente: Pavía *et al.* (2020).

La hipercolesterolemia es una enfermedad autosómica dominante que se identifica por un aumento relevante en las concentraciones en el plasma de colesterol LDL desde el nacimiento, lo cual lleva a una aterosclerosis prematura (Mariano *et al.*, 2020). La hipercolesterolemia es uno de los trastornos hereditarios más comunes asociados a la enfermedad coronaria prematura (ECP). Se pueden usar criterios clínicos para el diagnóstico; no obstante, éste se confirmará con pruebas genéticas. El diagnóstico clínico se basa en las concentraciones elevadas de colesterol LDL. Por lo regular, los pacientes con hipercolesterolemia familiar heterocigótica presentan concentraciones de colesterol LDL de dos a tres veces superiores a lo normal. Quienes sufren de hipercolesterolemia familiar homocigótica se encuentran en mayor riesgo de padecer enfermedades ateroscleróticas a causa de sus altos niveles de colesterol LDL en sangre (Santos *et al.*, 2016).

En la Tabla 2 se muestra la recomendación de los niveles de colesterol según la Sociedad Europea de Cardiología. Por otro lado, en la Tabla 3 se presentan los objetivos terapéuticos (de acuerdo al nivel de colesterol LDL) recomendados para sujetos con riesgo muy alto, riesgo alto y riesgo moderado de mortali-

dad cardiovascular, según la Sociedad Mexicana de Cardiología.

Varios tratamientos son capaces de reducir las lipoproteínas ricas en triglicéridos; sin embargo, las estatinas (medicamentos para bajar el colesterol) disminuyen las lipoproteínas ricas en triglicéridos además del colesterol LDL, y el porcentaje de reducción es más bajo en los triglicéridos que en el colesterol LDL (Langsted, Madsen & Nordestgaard, 2020). Pese a la innovación de terapias farmacéuticas, las enfermedades cardiovasculares representan la principal causa de muerte en el mundo occidental (Nocella *et al.*, 2017).

En cuestión a la hipercolesterolemia, existen factores de riesgo no modificables y factores de riesgo modificables. En estos últimos es donde se tiene que poner el foco de atención, pues quiere decir que se podría estar a tiempo de prevenir la enfermedad.

### **Factores de riesgo modificables**

Los principales factores de riesgo modificables de enfermedades cardiovasculares en la actualidad son la hipertensión arterial, la diabetes mellitus, el tabaquismo, el sobrepeso y la obesidad (Tágarra López *et al.*, 2015; Zamora-Zamora *et al.*, 2018). En la Tabla 4

**Tabla 4. Comparación de estudios sobre los efectos de aceites vegetales comestibles**

Tipo de aceite	Población	Dosis	Observaciones	Fuente
Aceite de oliva extra virgen	Mujeres adultas con exceso de grasa corporal	25 ml de aceite de oliva diarios durante 9 semanas	Disminución de grasa corporal y mejora en la presión arterial	Gálvao Cândido <i>et al.</i> , 2018
Aceite de oliva extra virgen y aceite de coco extra virgen	Comunidad general en Reino Unido	50 g/d durante 4 semanas	El colesterol LDL no aumentó en ninguno de los aceites, ambos muestran resultados similares	Khaw <i>et al.</i> , 2018
Aceite de soya	Pacientes con síndrome metabólico	10 ml/d de aceite de soya durante 30 días	En la actividad antioxidante se observó mejoría; respecto a la antropometría y la presión arterial no hubo cambios significativos	Costa e Silva <i>et al.</i> , 2020
Aceite de girasol y coco	Participantes con enfermedad coronaria	Aceite de coco o de girasol para medio de cocción durante 2 años	No hubo cambios significativos	Vijayakumar <i>et al.</i> , 2016

se muestran los resultados obtenidos de algunos estudios realizados con aceites vegetales comestibles (aceite de oliva extra virgen, aceite de coco extra virgen, aceite de soya y aceite de girasol).

En una institución pública de Oaxaca se llevó a cabo un estudio que señala la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en estudiantes universitarios. La obesidad y el sobrepeso marcaron la prevalencia más alta. Los estudiantes reportaron falta de actividad física y un promedio de más de cinco horas sentados, de modo de que se asoció su prevalencia a su estilo de vida sedentario (Vásquez *et al.*, 2016).

Las recomendaciones dietéticas pueden contar como un factor de riesgo modificable a la hora de promocionar la salud. Existen ciertos patrones dietéticos, alimentos y nutrientes que son un foco de peligro a la hora de sufrir alguna patología crónica, principalmente una enfermedad cardiovascular (Azorín *et al.*, 2018).

En una universidad de Indonesia se realizó un estudio con estudiantes universitarios del sector salud. Casi el 50% presentó hábitos alimenticios y de actividad física que no seguían las recomendaciones de salud, un consumo considerable de alimentos fritos

y sedentarismo ligado a un índice de masa corporal elevado. Éstos se consideran factores de riesgo de hipercolesterolemia (Yuningrum, Rahmuniyati & Sumiratsi, 2020).

En México existe la NOM-037-SSA2-2012 para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias, la cual menciona como tratamiento nutricional el reducir la ingestión de grasas saturadas, grasas trans y colesterol, y mantener a la vez una alimentación balanceada.

La dieta mediterránea es el patrón dietético del cual existen más evidencias científicas de un efecto protector en cuanto a las enfermedades cardiovasculares y sus síntomas de riesgo, como lo son presión arterial, estrés oxidativo, perfil lipídico y marcadores de inflamación (Battino *et al.*, 2019). El estudio *Prevención con Dieta Mediterránea* (PREDIMED) demostró que llevar una dieta de tipo mediterránea de la mano con aceite de oliva extra virgen y frutos secos, como almendras y nueces, disminuye un 30% el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular si se compara con una dieta baja en grasas (Estruch, 2014).

Se deben de tomar en cuenta estos factores de riesgo modificables en el tratamiento de hipercolesterolemia

lemia, ya que se puede partir de este punto para la prevención de la enfermedad coronaria o enfermedad cerebrovascular.

### **Factores de riesgo no modificables**

Entre los factores de riesgo no modificables está el tipo de sangre. Un estudio de 2017 mostró que ser portador de un grupo sanguíneo no O (A, B o AB) se asocia con un riesgo dos veces mayor de enfermedad cerebrovascular (ECV) en pacientes con hipercolesterolemia familiar. Los pacientes del grupo no O tuvieron un evento de ECV prevalente (38.6% en el grupo A, 33.8% en el grupo B y 36.4% en el grupo AB), en comparación con el 27.5% en el grupo O (Paquette, Dufour & Baas, 2018).

Además de los hereditarios, existen factores que pueden afectar los niveles de colesterol en plasma, como deficiencia de insulina, hormonas tiroideas y trastornos de las lipoproteínas (Yuningrum, Rahmuniyati & Sumiratsi, 2020).

Otro estudio hecho en Arabia Saudita a individuos del sexo masculino reveló que la prevalencia de la hipercolesterolemia aumentó con la edad, alcanzando un máximo a los 50 años (Medani *et al.*, 2018).

### **Implementación del aceite de oliva en enfermedades cardiovasculares**

Estudios epidemiológicos recientes han evidenciado la relación entre la ingesta del aceite de oliva y la prevención de enfermedades cardiovasculares. Por ejemplo, un estudio en España reveló un riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares menor de 44% para los consumidores de aceite de oliva en comparación con los no consumidores (Buckland & Gonzalez, 2015). Por cada 10 g/d de aumento en el consumo de aceite de oliva extra virgen, el riesgo de enfermedad cardiovascular y mortalidad disminuyó en 10 y 7%, respectivamente (Guasch-Ferré *et al.*, 2014).

En un reporte de caso de un paciente, en la fase basal frente a 90 días, los niveles plasmáticos disminuyeron 31.41% de colesterol LDL, 8.19% de colesterol HDL y 11% de triglicéridos. También se redujeron las medidas antropométricas: peso (61.1 a 59.0 kg) e índice de masa corporal (23.59 a 22.77 kg/m<sup>2</sup>), con la utilización de aceite de oliva y la ingesta de pescado (Silva, Kovacs & Magnoni, 2015).

Aunque sus compuestos principales (ácido oleico, ácido linoleico y  $\alpha$ -linolénico) se han estudiado bastante, el aceite de oliva también cuenta con componentes menores, como los triterpénicos y fenólicos. Por otro lado, el aceite de oliva extra virgen posee tocoferoles al igual que esteroides, los cuales se consideran nutraceuticos vitales para prevenir y tratar enfermedades cardiovasculares gracias a su actividad biológica (activación de vías de señalización en relación al estado redox celular, homeostasis, inflamación y modificaciones de la cromatina) (Santana-Garrido *et al.*, 2020).

Algunas pruebas preliminares demuestran que el aceite de oliva extra virgen, así como otras intervenciones ricas en polifenoles, pueden mejorar el rendimiento cognitivo y prevenir el deterioro cognitivo inducido por la edad o experimentalmente. A pesar de esto, los polifenoles cardioprotectores del aceite de oliva extra virgen no están reconocidos por las directrices sobre enfermedades cardiovasculares, probablemente debido a la necesidad de pruebas adicionales de alto nivel (Marx *et al.*, 2020).

Los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) son de los fármacos más utilizados para aminorar dolores e inflamación (ya sea aguda o crónica); sin embargo, presentan efectos adversos, sobre todo cardiovasculares. Desde los años setenta, los AINE se han relacionado con un incremento de la presión arterial e insuficiencia cardiaca.

Se ha reportado incremento de 5-6 mmHg (milímetro de mercurio) en los niveles de presión arterial en aquellos que padecen hipertensión arterial y son tratados con AINE (Prozzi *et al.*, 2018). Estudios clínicos los han señalado como un riesgo cardiovascular tres veces mayor en individuos bajo tratamiento con inhibidores selectivos de COX-2 (ciclooxigenasa 2) en comparación con los no consumidores de AINE. Sus efectos adversos son atribuidos más que nada a la dosis. La mayoría de las personas los ingiere de manera automedicada y aumenta la dosis para obtener “resultados más rápidos”, sin saber los riesgos que esto ocasiona (García Colmenero *et al.*, 2018). Curiosamente, el oleocantal es conocido como un AINE natural, debido a que inhibe la actividad de la ciclooxigenasa -1 y -2 y a que sus propiedades sensitivas son similares a las del ibuprofeno, lo que propició el interés por sus

**Tabla 5. Costos de fármacos indicados para disminuir el colesterol**

Fármaco	Costo medio (pesos mexicanos)
Evolocumab (140 mg)	5 917
Ezetimiba (10 mg)	1 320
Pitavastatina (4 mg)	858
Rosuvastatina (10 mg)	289
Atorvastatina (10 mg)	251
Pravastatina (10 mg)	130
Simvastatina (10 mg)	129

Fuente: América Retail (2021).

**Tabla 6. Costos de botellas de aceite de oliva extra virgen**

Aceite de oliva extra virgen	Costo medio (pesos mexicanos)
Aceite de oliva Nutrioli Oli extra virgen (750 ml)	161
Aceite de oliva Nutrioli Oli extra virgen (500 ml)	109
Aceite de oliva extra virgen Nutrioli Oli en spray (145 ml)	57

Fuente: Walmart (2021).

propiedades antiinflamatorias en primera instancia (Vera *et al.*, 2019).

Aparte de las estatinas y los AINE, existen los inhibidores de PCSK9 (proteína convertasa subtilisina/kexina de tipo 9) como alternativa para reducir el colesterol LDL. Desafortunadamente, estos medicamentos se venden a un costo superior al resto de los fármacos hipocolesterolemiantes, como puede apreciarse en la Tabla 5. Además de lo anterior, se considera la duración del tratamiento. De acuerdo a estudios encontrados en la Biblioteca Cochrane, un seguimiento corto dura máximo 26 meses. Para pacientes con recursos limitados, este tratamiento no es viable, de ahí la necesidad de alternativas (Olry de Labry *et al.*, 2018). En este sentido, en la Tabla 6 se presentan los

costos de botellas de aceite de oliva extra virgen de distintos tamaños.

Un enfoque basado en patrones y evidencias ayudará a los profesionales de la salud a realizar cambios correctos y significativos en la dieta. Una terapia dietética personalizada también es muy importante, lo que implica flexibilidad y adaptación a las necesidades del paciente. De esta manera, al tomar en cuenta los beneficios medicinales y nutricionales significativos del aceite de oliva, sin mencionar la cuestión económica, es necesario animar a la gente a consumir aceite de oliva y crear consciencia sobre la importancia y las ventajas de este producto (Starodubova *et al.*, 2020).

## Discusión

Del presente trabajo se puede concluir que la ingesta de aceite de oliva extra virgen sí presenta relación con la prevención y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. En diversos artículos se demostró que su consumo puede llegar a disminuir los niveles de LDL y triglicéridos, así como el riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares. En cuanto a los costos de medicamentos y botellas de aceite de oliva de distintos tamaños, si se toma en cuenta la duración del tratamiento (ya sea a corto o largo plazo), se puede apreciar la diferencia, sin mencionar la proble-

mática de los efectos adversos que conllevan algunos hipolipemiantes, lo que podría contar como un beneficio en lo económico al buscar una alternativa para el tratamiento de la hipercolesterolemia.

Los profesionales de la salud deben considerar este tipo de evidencias a la hora de elegir el tratamiento y régimen alimenticio del paciente, así como alentar las investigaciones sobre los efectos benéficos de este producto, pues a pesar de que se observan resultados positivos en varios estudios, falta sustentar aún más la información para que en un futuro el tratamiento con fármacos sea sustituido.



## Referencias

- América Retail. (2021). Farmacia San Pablo | América Retail. Accessed May 12, 2021. <https://www.farmaciasanpablo.com.mx/>
- Azorín Ras, M., Martínez Ruiz, M., Sánchez López, A.B., et al. (2018). Adherencia a la dieta mediterránea en pacientes hipertensos en Atención Primaria. *Rev Clínica Med Fam*, 11(1), 15-22.
- Baldo, M.A., Oliveri, P., Fabris, S., Malegori, C. & Daniele, S. (2019). Fast determination of extra-virgin olive oil acidity by voltammetry and Partial Least Squares regression. *Anal Chim Acta*, 1056, 7-15. doi:10.1016/j.aca.2018.12.050
- Battino, M., Forbes-Hernández, T.Y., Gasparrini, M., et al. (2019). Relevance of functional foods in the Mediterranean diet: the role of olive oil, berries and honey in the prevention of cancer and cardiovascular diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59(6), 893-920. doi:10.1080/10408398.2018.1526165
- Buckland, G. & Gonzalez, C.A. (2015). The role of olive oil in disease prevention: A focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials. *Br J Nutr*, 113(S2), S94-S101. doi:10.1017/S0007114514003936
- Cano Marchal, P., Gómez Ortega, J., Aguilera Puerto, D. & Gámez García, J. (2011). Situación actual y perspectivas futuras del control del proceso de elaboración del aceite de oliva virgen. *RIAI - Rev Iberoam Autom e Inform Ind*, 8(3), 258-269. doi:10.1016/j.riai.2011.06.013
- Cicerale, S., Lucas, L. & Keast, R. (2010). Biological activities of phenolic compounds present in virgin olive oil. *Int J Mol Sci*, 11(2), 458-479. doi:10.3390/ijms11020458
- Clodoveo, M.L., Camposeo, S., Amirante, R., Dugo, G., Cicero, N. & Boskou, D. (2015). *Research and Innovative Approaches to Obtain Virgin Olive Oils With a Higher Level of Bioactive Constituents*. AOCS Press. doi:10.1016/B978-1-63067-041-2.50013-6
- Comisión R. (CEE). (1991). Reglamento (CEE) relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis. DOF-L-248, 1.
- Costa e Silva, L.M., Pereira de Melo, M.L., Faro Reis, F.V., et al. (2020). Comparison of the effects of Brazil nut oil and soybean oil on the cardiometabolic parameters of patients with metabolic syndrome: A randomized trial. *Nutrients*, 12(46), 1-14.
- Duborija-Kovacevic, N. & Shavrina, K. (2018). New findings on the pharmacodynamic actions of olive oil: Our contribution to better evidence about its remedial properties. *Prog Nutr*, 20(3), 30-38. doi:10.23751/pn.v20i1-S.5623
- Echeverría F, Ortiz M, Valenzuela R, Videla L (2017). Hydroxytyrosol and cytoprotection: A projection for clinical interventions. *International Journal of Molecular Sciences*. 18(5),930. doi:10.3390/ijms18050930
- Elaasser, M.M., Morsi, M.K.S., Galal, S.M., Abd El-Rahman, M.K. & Katry, M.A. (2020). Antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activities of the unsaponifiable fraction of extra virgin olive oil. *Grasas y Aceites*, 71(4). doi:10.3989/gya.0916192
- Estruch, R. (2014). Mortalidad cardiovascular: ¿cómo prevenirla? *Nefrología*, 34(5), 561-569. doi:10.3265/Nefrologia.pre2014.Apr.12481
- European Commission. (2020). *Study on the Implementation of Conformity Checks in the Olive Oil Sector throughout the European Union*.
- Galvão Cândido, F., Xavier Valente, F., da Silva, L.E., Gonçalves Leão Coelho, O., Gouveia Peluzio, M.C. & Gonçalves Alfenas, R.C. (2018). Consumption of extra virgin olive oil improves body composition and blood pressure in women with excess body fat: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Eur J Nutr*, 57(7), 2445-2455. doi:10.1007/s00394-017-1517-9
- García Colmenero, I., Díaz Franco, S.D., Zorrilla Mendoza, J.G. & Cortés Chamorro, R. (2018). Aspectos de seguridad en el tratamiento del dolor con analgésicos antiinflamatorios no esteroideos. *Rev sanid mil*, 72(5-6), 324-331.
- Gavahian, M., Mousavi Khaneghah, A., Lorenzo, J.M., et al. (2019). Health benefits of olive oil and its components: Impacts on gut microbiota antioxidant activities, and prevention of noncommunicable diseases. *Trends Food Sci Technol*, 88(February), 220-227. doi:10.1016/j.tifs.2019.03.008
- Gómez-Coca, R.B., Pérez-Camino, M.C., Bendini, A., Gallina Toschi, T. & Moreda, W. (2020). Olive oil mixtures.

- Part two: Detection of soft deodorized oil in extra virgin olive oil through diacylglycerol determination. Relationship with free acidity. *Food Chem*, 330(January), 127226. doi:10.1016/j.foodchem.2020.127226
- Guasch-Ferré, M., Hu, F.B., Martínez-González, M.A., *et al.* (2014). Olive oil intake and risk of cardiovascular disease and mortality in the PREDIMED Study. *BMC Med*, 12(1). doi:10.1186/1741-7015-12-78
- Kalogianni, E.P., Georgiou, D. & Hasanov, J.H. (2019). Olive oil processing: Current knowledge, literature gaps, and future perspectives. *JAOCS, J Am Oil Chem Soc*, 96(5), 481-507. doi:10.1002/aocs.12207
- Khaw, K.T., Sharp, S.J., Finikarides, L., *et al.* (2018). Randomised trial of coconut oil, olive oil or butter on blood lipids and other cardiovascular risk factors in healthy men and women. *BMJ Open*, 8(3). doi:10.1136/bmjopen-2017-020167
- Langsted, A., Madsen, C.M. & Nordestgaard, B.G. (2020). Contribution of remnant cholesterol to cardiovascular risk. *J Intern Med*, 288(1), 116-127. doi:10.1111/joim.13059
- Lucci, P., Bertoz, V., Pacetti, D., Moret, S. & Conte L. (2020). Effect of the refining process on total hydroxytyrosol, tyrosol, and tocopherol contents of olive oil. *Foods*, 9(3), 1-11. doi:10.3390/foods9030292
- Mariano, C., Alves, A.C., Medeiros, A.M., *et al.* (2020). The familial hypercholesterolaemia phenotype: Monogenic familial hypercholesterolaemia, polygenic hypercholesterolaemia and other causes. *Clin Genet*, 97(3), 457-466. doi:10.1111/cge.13697
- Marković, A.K., Torić, J., Barbarić, M. & Brala, C.J. (2019). Hydroxytyrosol, tyrosol and derivatives and their potential effects on human health. *Molecules*, 24(10). doi:10.3390/molecules24102001
- Marx, W., George, E.S., Mayr, H.L., *et al.* (2020). Effect of high polyphenol extra virgin olive oil on markers of cardiovascular disease risk in healthy Australian adults (OLIVAUS): A protocol for a double-blind randomised, controlled, cross-over study. *Nutr Diet*, 77(5), 523-528. doi:10.1111/1747-0080.12531
- Medani, K., Mansour, M., Mohamed, E., *et al.* (2018). Prevalence and Risk Factors of Hypercholesterolemia in Majmaah, Saudi Arabia. *Majmaah J Heal Sci*, 7(2), 34. doi:10.5455/mjhs.2018.01.006
- Nocella, C., Cammisotto, V., Fianchini, L., *et al.* (2017). Extra virgin olive oil and cardiovascular diseases: Benefits for human health. *Endocrine, Metab Immune Disord - Drug Targets*, 18(1), 4-13. doi:10.2174/187153031766171114121533
- Olry de Labry Lima, A., Gimeno Ballester, V., Sierra Sánchez, J.F., Matas Hoces, A., González-Outón, J. & Alegre del Rey, E.J. (2018). Cost-effectiveness and budget impact of treatment with evolocumab versus statins and ezetimibe for hypercholesterolemia in Spain. *Rev Esp Cardiol*, 71(12), 1027-1035. doi:10.1016/j.recesp.2018.02.013
- Paquette, M., Dufour, R. & Baass, A. (2018). ABO blood group is a cardiovascular risk factor in patients with familial hypercholesterolemia. *J Clin Lipidol*, 12(2), 383-389.e1. doi:10.1016/j.jacl.2017.12.001
- Pavía, A.A., Aguilar, C., Alexanderson, E., *et al.* (2020). Mexican guidelines in the diagnosis and treatment of dyslipidemias and atherosclerosis. Statement of the Mexican Society of Cardiology. *Med Interna Mex*, 36(3), 390-413. doi:10.24245/mim.v36i3.3671
- Pećin, I., Hartgers, M.L., Hovingh, G.K., Dent, R. & Reiner, E. (2017). Prevention of cardiovascular disease in patients with familial hypercholesterolaemia: The role of PCSK9 inhibitors. *Eur J Prev Cardiol*, 24(13), 1383-1401. doi:10.1177/2047487317717346
- Perona, J.S., Fitó, M., Covas, M.I., Garcia, M. & Ruiz-Gutierrez, V. (2011). Olive oil phenols modulate the triacylglycerol molecular species of human very low-density lipoprotein. A randomized, crossover, controlled trial. *Metabolism*, 60(6), 893-899. doi:10.1016/j.metabol.2010.08.010
- Prozzi, G., Cañaz, M., Urtasoni, M.A., Buschiazzi, H.O., Dorati, C.M. & Mordujovich, P. (2018). Riesgo cardiovascular de los AINES. *MEDICINA*, 78, 349-355.
- Reboredo-Rodríguez, P., Varela-López, A., Forbes-Hernández, T.Y., *et al.* (2018). Phenolic compounds isolated from olive oil as nutraceutical tools for the prevention and management of cancer and cardiovascular diseases. *Int J Mol Sci*, 19(8). doi:10.3390/ijms19082305
- Sánchez-Rodríguez, M.D.M. (2018). Compuestos bioactivos del aceite de oliva virgen. Revisión. *Nutr Clin Med*, XII(2), 80-94. doi:10.7400/NCM.2018.12.2.5064



- Santana-Garrido, Á., Reyes-Goya, C., Carmen Pérez-Camino, M., André, H., Mate, A. & Vázquez, C.M. (2020). Retinoprotective effect of wild olive (Acebuche) oil-enriched diet against ocular oxidative stress induced by arterial hypertension. *Antioxidants*, 9(9), 1-33. doi:10.3390/antiox9090885
- Santos, R.D., Gidding, S.S., Hegele, R.A., *et al.* (2016). Defining severe familial hypercholesterolaemia and the implications for clinical management: a consensus statement from the International Atherosclerosis Society Severe Familial Hypercholesterolemia Panel. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 4(10), 850-861. doi:10.1016/S2213-8587(16)30041-9
- Silva, R.A., Kovacs, C. & Magnoni, C.D. (2015). Isolated hypercholesterolemia and consumer of cardioprotective foods. *BBA Clin*, 3, S15. doi:10.1016/j.bbacli.2015.05.043
- Secretaría de Salud. (2009, 21 de agosto). NOM-028-SSA2-2009, Para la prevención, tratamiento y control de las adicciones. <https://www.cndh.org.mx/Doc-TR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-NOR20.pdf>
- Starodubova, A.V., Livantsova, E.N., Derbeneva, S.A., Kosyura, S.D., Polenova, N.V. & Varaeva, Y.R. (2020). Cardiovascular nutrition: Disease management and prevention as major public health problem nowadays. *Vopr Pitan*, 89(4), 146-160. doi:10.24411/0042-8833-2020-10049
- Tárraga López, P.J., García-Norro Herreros, F.J., Marcos, L.T., *et al.* (2015). Intervención activa en la hipercolesterolemia de pacientes con riesgo cardiovascular alto de Atención Primaria; estudio ESPROCOL. *Nutr Hosp*, 31(6), 2727-2734. doi:10.3305/nh.2015.31.5.8998
- Valenzuela, R., Hernandez-Rodas, M.C., Espinosa, A., *et al.* (2016). Extra virgin olive oil reduces liver oxidative stress and tissue depletion of long-chain polyunsaturated fatty acids produced by a high saturated fat diet in mice. *Grasas y Aceites*, 67(2). doi:10.3989/gya.0753152
- Vásquez, J.A.L., Quitl, I.T., Morales, N.X., Castillo, F.A.M., Reyes, A.T. & Luna, G.P. (2016). Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en académicos universitarios de una institución pública de Oaxaca. *Rev Mex Enferm Cardiol*, 24, 12-16.
- Vera F., Ruiz-Fernández C., Lahera V., Lago F., Pino J., Skaltsounis L., González-Gay M.A., Mobasher A., Gómez R., Scotece M. & Gualillo O. (2019). Natural molecules for healthy lifestyles: Oleocanthal from extra virgin olive oil. *J Agric Food Chem*, 67(14), 3845-3853. doi:10.1021/acs.jafc.8b06723
- Vijayakumar, M., Vasudevan, D.M., Sundaram, K.R., *et al.* (2016). A randomized study of coconut oil versus sunflower oil on cardiovascular risk factors in patients with stable coronary heart disease. *Indian Heart J*, 68(4), 498-506. doi:10.1016/j.ihj.2015.10.384
- Walmart. (2021). Aceite de oliva Borges extra virgen 500 ml. Accessed May 23, 2021. [https://super.walmart.com.mx/aceites-de-cocina/aceite-de-oliva-oli-de-nutrioli-oli-de-nutrioli-extra-virgen-750-ml/00750103912730?gclid=CjwKCAjw-qeFBhAsEiwA2G7NlwqaBUFjpHjTOznky\\_3\\_W4GXfcPJ4FV4Fa5shqf5fk61OuBCY9AIEhOCGIAQAvD\\_BwE](https://super.walmart.com.mx/aceites-de-cocina/aceite-de-oliva-oli-de-nutrioli-oli-de-nutrioli-extra-virgen-750-ml/00750103912730?gclid=CjwKCAjw-qeFBhAsEiwA2G7NlwqaBUFjpHjTOznky_3_W4GXfcPJ4FV4Fa5shqf5fk61OuBCY9AIEhOCGIAQAvD_BwE)
- Yuningrum, H., Rahmuniyati, M.E. & Sumiratsi, N.N.R. (2020). Consumption of fried foods as a risk factor for hypercholesterolemia: Study of eating habits in public health students. *J Heal Educ*, 5(2), 78-85. doi:10.15294/jhe.v5i2.38683
- Zamora-Zamora, F., Martínez-Galiano, J.M., Gaforio, J.J. & Delgado-Rodríguez, M. (2018). Effects of olive oil on blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Grasas y Aceites*, 69(4). doi:10.3989/gya.0105181
- Zárate, A., Manuel-Apolinar, L., Saucedo, R., Hernández-Valencia, M. & Basurto, L. (2016). Hypercholesterolemia as a risk factor for cardiovascular disease: Current controversial therapeutic management. *Arch Med Res*, 47(7), 491-495. doi:10.1016/j.arcmed.2016.11.009

# Residuos alimenticios: fuente de componentes bioactivos para la elaboración de alimentos funcionales

## Artículo de revisión narrativa

- Ramírez-Osorio, Laura Juliana<sup>1</sup>
- Villarruel-López, Angélica<sup>2</sup>
- Villagrán, Zuamí<sup>3</sup>
- Anaya-Esparza, Luis Miguel<sup>4\*</sup>

### Resumen

A pesar de los esfuerzos de la industria por prolongar la vida útil de los alimentos, gran cantidad de éstos formarán parte de los desperdicios alimenticios que generan pérdidas económicas y, a su vez, impactan de manera negativa en el medio ambiente. En este sentido, la revalorización de los residuos alimentarios provenientes del campo o de la industria de alimentos es una estrategia viable que favorece a la economía circular, ya que contienen componentes biológicamente activos que pueden ser utilizados como ingredientes o aditivos en la elaboración de alimentos funcionales.

El presente trabajo revisa el uso de los desechos alimenticios como fuente de componentes bioactivos y su aplicación en la elaboración de alimentos con potencial funcional. Dentro de los principales componentes bioactivos que se encuentran en los residuos alimentarios destacan los fitoquímicos (polifenoles, flavonoides, carotenoides y alcaloides), aceites esenciales, fibras solubles e insolubles y péptidos, además de vitaminas y minerales. Estos componentes han llamado la atención en los últimos años debido a sus efectos benéficos y al impacto positivo en la salud de los consumidores asociado directamente a su actividad biológica

1 Facultad de Ciencias para la Salud, Universidad Católica de Manizales, Programa de Bacteriología. Manizales, Caldas, Colombia.

2 Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Departamento de Farmacobiología. Guadalajara, Jalisco, México.

3 Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, División de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias de la Salud. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

4 Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, División de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Pecuarias y Agrícolas. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

\* luis.aesparza@academicos.udg.mx



(antioxidante, antimicrobiana, inmunoestimulante, antihipertensiva, hipoglucemiante, hipocolesterolemizante, antiinflamatoria, antitumoral y antitrombótica). Actualmente, la revalorización de los residuos alimentarios mediante la extracción de componentes bioactivos y su posterior uso en la elaboración de alimentos funcionales se sitúa como un área tecnológica e innovadora de investigación que contribuye a la salud de la población, la economía y al medio ambiente.

**Palabras clave:** industria agroalimentaria, componentes bioactivos, alimentos funcionales, revalorización, economía circular.

## Abstract

Despite the industry's efforts to extend the shelf life of foods, a large amount of food waste is generated, contributing to economic losses and negatively impacting the environment. In this sense, the revalorization of food waste generated during harvest or industrial food processing is a viable strategy that positively contributes to the circular economy, mainly because it contains biologically active components

that can be used as ingredients or additives in elaborating functional foods.

This work aimed to review the use of food waste as a source to obtain bioactive components and their application to develop foods with functional potential. The main bioactive components found in food waste include phytochemicals (polyphenols, flavonoids, carotenoids, and alkaloids), essential oils, soluble and insoluble fibers, and peptides, as well as vitamins and minerals. These components have attracted attention in the last years due to their biological activities (antioxidant, antimicrobial, immunostimulant, anti-hypertensive, hypoglycemic, hypocholesterolemic, anti-inflammatory, antitumor, and antithrombotic) and their beneficial effects on human health. Thus, the revalorization of food waste by extracting bioactive components and their subsequent use in elaborating functional foods is a technological and innovative research area that contributes to the population's health, the economy, and the environment.

**Keywords:** agri-food industry, bioactive components, functional foods, revalorization, circular economy.

---

## Introducción

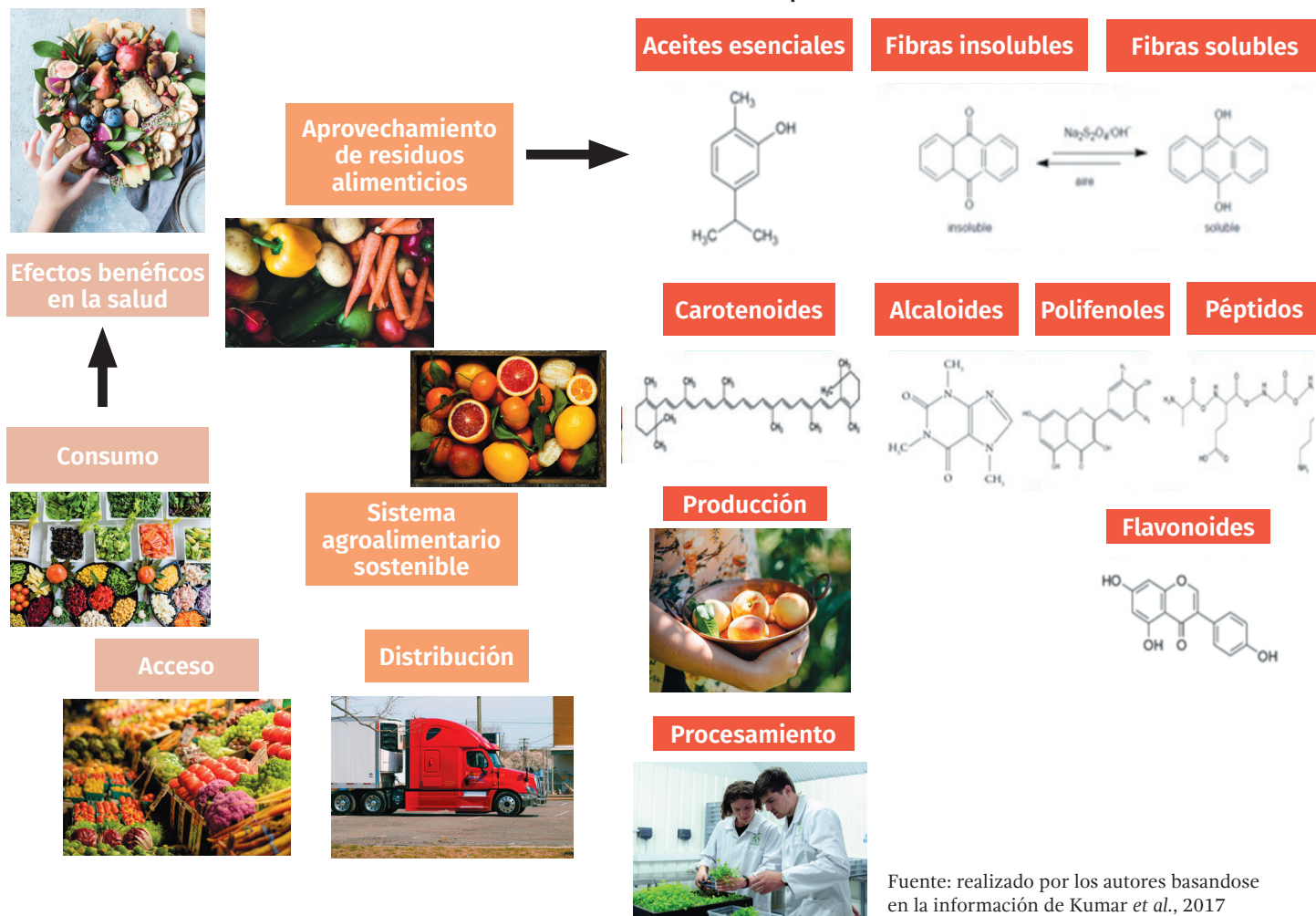
La demanda por productos alimenticios más saludables y seguros, desde frutas, verduras y cereales hasta alimentos procesados, ha incrementado considerablemente en los últimos años (Lu *et al.*, 2021). Los estudios epidemiológicos han demostrado consistentemente relación positiva entre el consumo de alimentos ricos en fitoquímicos y prebióticos, y la reducción de la tasa de mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles como obesidad, diabetes, hipertensión arterial, trastornos cardiovasculares y cáncer, además de otras enfermedades degenerativas (Chávez-Mendoza *et al.*, 2015).

En contraparte, el desperdicio de alimentos es un fenómeno mundial de creciente preocupación que constituye un problema serio para el medio ambiente y la economía de los productores de alimentos (Varzakas, Zakyntinos & Verpoort, 2016). El término se refiere a los desechos orgánicos producidos durante la cosecha, procesamiento y distribución de productos

alimenticios, así como aquellos derivados de cocinas domésticas o comerciales (Tlais *et al.*, 2020). En los países industrializados, los alimentos se pierden cuando la producción supera la demanda (Gustavson *et al.*, 2011), mientras que, en países subdesarrollados, la falta de infraestructura o métodos de conservación y manipulación adecuados (Sagar *et al.*, 2018) ha provocado que las pérdidas y desperdicios de alimentos incrementen significativamente cada año (desde el 30 hasta el 60%), lo que causa problemas tanto ambientales por la generación de fuentes innecesarias de gases de efecto invernadero, como económicos, debido a que se desaprovechan recursos que pueden ser destinados a mejorar la producción y seguridad alimentaria (Gustavson *et al.*, 2011; Kumar *et al.*, 2017).

De acuerdo con la literatura, el desperdicio de alimentos puede superar los 126 millones de toneladas a nivel mundial a partir del año 2020, con incrementos significativos cada año, por lo que es importante

**Figura 1. Esquema de un sistema agroalimentario sostenible: revalorización de residuos alimentarios como fuente de componentes bioactivos**



buscar estrategias que ayuden al aprovechamiento de los desechos alimentarios y contribuyan a mejorar la calidad del medio ambiente (Kumar *et al.*, 2017). Los residuos alimentarios se caracterizan por tener compuestos biológicamente activos (polifenoles, flavonoides, carotenoides y alcaloides, aceites esenciales, fibras solubles e insolubles y péptidos) que después de extraídos pueden ser utilizados como ingredientes o aditivos en la elaboración de alimentos con propiedades funcionales (Kumar *et al.*, 2017).

Los alimentos funcionales se definen como aquellos que tienen, de manera natural o por adición, componentes bioactivos como fitoquímicos (ej. compuestos fenólicos), prebióticos (ej. fibra) o probióticos (ej. lactobacilos) con propiedades benéficas para la salud de los consumidores, independientemente de las nu-

tricionales (Abdall *et al.*, 2017; Poljsal, Kovač & Milisav, 2021). El presente trabajo revisa el uso de los desechos alimentarios como fuente de componentes bioactivos y su aplicación en la elaboración de alimentos con potencial funcional.

### Alimentos funcionales

La idea de producir alimentos con funcionalidades mejoradas mediante la incorporación de componentes bioactivos ha llevado a la academia y a la industria alimentaria a aumentar las actividades de investigación y desarrollo de *alimentos funcionales* (Galanajis, 2021). Esto sugiere que los cambios en el comportamiento dietético y el estilo de vida son una estrategia práctica para reducir la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles (Liu, 2013). Aunque no

existe una definición única a nivel mundial, los alimentos sólo pueden considerarse funcionales si, junto con el impacto nutricional básico, presentan efectos benéficos sobre funciones fisiológicas específicas en el organismo humano para mejorar la condición física y/o disminuir el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (Konstantinidi & Koutlidakis, 2019).

La posibilidad de desarrollar tales alimentos se centra en emplear estrategias capaces de condicionar la presencia de determinados compuestos, ya sea limitando el contenido de aquéllos con implicaciones negativas (ej. alérgenos o irritantes) para la salud de los consumidores, o bien, incrementando la proporción de los que exhiben efectos benéficos (ej. fibra, polifenoles, flavonoides, carotenoides, vitaminas y minerales) (Jiménez-Colmenero, 2013). En este con-

texto, los residuos alimentarios constituyen una fuente importante de componentes bioactivos que pueden ser utilizados como ingredientes o aditivos para el desarrollo de alimentos funcionales (Kumar *et al.*, 2017), tal como se esquematiza en la Figura 1. Dentro de los principales grupos de componentes bioactivos obtenidos a partir de residuos alimentarios podemos encontrar fitoquímicos como los polifenoles, flavonoides o carotenoides, así como aceites esenciales, fibras solubles e insolubles y péptidos (ver Tabla 1).

### Fitoquímicos

Se han reportado más de cinco mil compuestos fitoquímicos diferentes presentes en cereales, verduras y frutas (Samtiya *et al.*, 2021), pero aún se desconoce gran porcentaje de ellos (Abuajah, Ogbonna & Osuji, 2015). Estas sustancias químicas no nutritivas y de ori-

**Tabla 1. Compuestos bioactivos obtenidos a partir de residuos alimenticios**

Fuente	Componente bioactivo	Actividad biológica	Referencia
Subproductos de guanábana (cáscara, semillas, columela y pulpa)	Compuestos fenólicos	Antioxidante	Aguilera-Hernández <i>et al.</i> , 2019
Subproductos de mango (pasta y cáscara)	$\beta$ -caroteno	Antioxidante	Mercado-Mercado <i>et al.</i> , 2018
Residuos de café	Compuestos fenólicos y flavonoides	Antioxidante	Al-Dhabi, Ponmurugan & Maran, 2018
Subproductos de pollo y pescado	Péptidos a partir de hidrolizados proteicos	Antioxidante	Romero-Garay <i>et al.</i> , 2020
Residuos de cereales	Fibra soluble e insoluble	Previene la constipación	Román & Valencia, 2006
Té verde	Compuestos fenólicos	Neuroprotector	Kuriyama <i>et al.</i> , 2006
Chia ( <i>Salvia hispanica</i> )	Fibra soluble e insoluble	Antihipertensivo	Vuksan <i>et al.</i> , 2006
Fresa	Compuestos fenólicos	Antiaterosclerótico	Basu <i>et al.</i> , 2010
<i>Matricaria chamomilla</i>	Aceite esencial	Antimicrobiano	Herman <i>et al.</i> , 2013

Fuente: Elaboración propia.

gen vegetal (Pattnaik *et al.*, 2021) muestran propiedades biológicas (Tabla 2) y aplicabilidad en la industria de alimentos debido a la variedad de productos que las contienen (Martínez, Camacho & Martínez, 2008). En este contexto, los compuestos fenólicos (ácidos fenólicos y flavonoides) son el grupo de fitoquímicos más estudiado (Noce *et al.*, 2021). Normalmente, los compuestos fenólicos se introducen en la dieta humana a través del consumo de frutas rojas y moradas, en la manzana y cítricos en general, entre otros (Martínez, Camacho & Martínez, 2008). No obstante, este tipo de compuestos pueden ser extraídos a partir de residuos alimenticios vegetales, como subproductos de guanábana (cáscara, semillas, columela y pulpa) (Aguilera-Hernández *et al.*, 2019) y residuos de café (Al-Dhabi, Ponmurugan & Maran, 2018), por mencionar algunos. Asimismo, las actividades biológicas de los polifenoles son diversas (antiinflamatoria, antimicrobiana, hipoglucemiante y anticancerígena, entre otras), principalmente asociadas a las propiedades antioxidantes de los mismos (Martínez, Camacho & Martínez, 2008; Noce *et al.*, 2021; Erasmus, 2018).

La diversidad de colores que exhiben las frutas y alimentos de origen vegetal se debe a la presencia de compuestos fitoquímicos, principalmente a los carotenoides, los cuales son pigmentos responsables de los colores amarillos, naranjas y rojos (Mercado-Mercado *et al.*, 2018). En general, los carotenoides son compuestos sintetizados exclusivamente por algunas plantas y microorganismos, por lo que su presencia en el organismo humano se asocia a la ingesta de ciertos alimentos como cítricos, albaricoque, cerezas, ciruela amarilla, níspero, mango, papaya y melocotón (Jomova & Valko, 2013). Además, pueden ser extraídos de residuos del procesamiento de frutas, por ejemplo, a partir de subproductos de mango (pasta y cáscara) (Mercado-Mercado *et al.*, 2018). El  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno y la  $\beta$ -criptoxantina son compuestos precursores de vitamina A. Asimismo, se ha demostrado que el consumo de productos alimentarios ricos en carotenoides puede reducir el riesgo de padecer enfermedades degenerativas no transmisibles, incluyendo enfermedades cardiovasculares y oculares (cataratas y degeneración macular) (Mercado-Mercado *et al.*,

2018; Jomova & Valko, 2013), efectos atribuidos a la capacidad antioxidante de estos compuestos (Mercado-Mercado *et al.*, 2018).

Por su parte, los fitoesteroles son lípidos presentes en diversos alimentos (nueces, cacahuete, linaza, soya y maíz) cuyo consumo se asocia a la reducción del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, ya que ayudan a controlar los niveles de colesterol total y de baja densidad (LDL) en sangre (Valenzuela & Ronco, 2004). Finalmente, los tocoferoles y tocotrienoles son ampliamente reconocidos por su actividad antioxidante, principalmente en procesos de oxidación lipídica (Hall *et al.*, 2019).

### **Péptidos bioactivos**

Los péptidos bioactivos son fragmentos proteicos específicos caracterizados por una secuencia corta de aminoácidos (normalmente de 2 a 20 residuos AA) que se obtienen a partir de la hidrólisis de proteínas y presentan un peso molecular <10 kDa (Atef & Mahdi, 2017). En general, estas cadenas cortas de aminoácidos son inactivas dentro de la secuencia de la proteína completa, pero pueden ejercer efectos positivos en las funciones fisiológicas de los consumidores tras la proteólisis (procesamiento o digestión de los alimentos). Los péptidos bioactivos pueden producirse a partir de diferentes fuentes de proteínas animales y vegetales, como sangre bovina, gelatina, carne, huevo, pescado, maíz, arroz, soja, calabaza, sorgo y amaranto (Romero Garay *et al.*, 2020; Kamal *et al.*, 2021), así como de subproductos de la industria de procesamiento de aves y peces (Romero Garay *et al.*, 2020). Dentro de las principales actividades biológicas de estos compuestos destacan sus propiedades antihipertensivas, antioxidantes y antiinflamatorias (Karami & Akbari-Adergani, 2019).

### **Prebióticos**

En los últimos años, se han desarrollado diversos alimentos funcionales cuyo objetivo es la modulación de la microbiota gastrointestinal, entre los cuales se encuentran los prebióticos. Los prebióticos son componentes alimenticios (fibras y oligosacáridos) que se encuentran en productos como cereales, frutas y

**Tabla 2. Efectos de diversos compuestos naturales sobre la salud humana**

Fitoquímicos	Antitumoral	Antimicrobiano	Antitrombótico	Inmunoestimulante	Antihipertensivo
Flavonoles y antocianinas					
Estilbenos					
Isoflavonas					
Procianidinas					
Polifenoles					
Carotenoides					
Monoterpenos					
Glucosinolatos					
Sustancias aliáceas					

Fuente: Adaptada de Erasmus (2018).

verduras, y confieren beneficios a la salud del huésped (Kumar *et al.*, 2020; Arias *et al.*, 2018) al estimular de forma selectiva el crecimiento y/o actividad de bacterias intestinales, regular el tránsito intestinal y favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal. Asimismo, prebióticos como los oligosacáridos, almidón resistente, inulina, lactulosa, pirodextrinas, alcoholes de azúcar, levanos y lactosacarosa se añaden a menudo a los alimentos con el objetivo de mejorar sus propiedades funcionales y brindar alternativas de consumo que mejoren el estado de salud de las personas o reduzcan el riesgo de padecer enfermedades crónico-degenerativas no transmisibles (Weaver, 2014). Por ejemplo, se ha reportado que el consumo de galletas enriquecidas con fibras de cereales previene la constipación intestinal (Román & Valencia, 2006).

## Discusión

En general, los residuos o subproductos alimentarios siguen siendo ricos en azúcares, minerales, ácidos orgánicos, fibra dietética y compuestos bioactivos, como polifenoles y carotenoides (Salvin & Lloyd, 2012). Su composición, junto con el creciente interés por encontrar ingredientes naturales como alternativa a las sustancias sintéticas, los ha determinado como una fuente económicamente atractiva para la obtención de compuestos de alto valor biológico y aplicable en diferentes campos industriales, entre los que se encuentra el de alimentos (Barbulova, Colucci & Apone, 2015).

En este contexto, la biodisponibilidad de los diversos componentes bioactivos en los alimentos y bebidas es importante para que ejerzan efectos fisiológicos o beneficios para la salud a mediano y largo

**Tabla 2. (Continuación) Efectos de diversos compuestos naturales sobre la salud humana**

Fitoquímicos	Hipocolesterolemiantes	Hipoglucemiantes	Antiinflamatorio	Antioxidante
Flavonoles y antocianinas				
Estilbenos				
Isoflavonas				
Procianidinas				
Polifenoles				
Carotenoides				
Monoterpenos				
Glucosinolatos				
Sustancias aliáceas				

Fuente: Adaptada de Erasmus (2018).

plazo, aunque también pueden actuar modulando la microbiota intestinal (Serrano, López & Sainz, 2006). Además, la mayoría de los compuestos bioactivos (fitoquímicos y péptidos) extraídos de subproductos alimenticios presentan actividad antioxidante (Chaouch & Benvenuti, 2020), por lo que pudieran emplearse como agentes antioxidantes y antimicrobianos naturales y retardar el proceso de deterioro de los alimentos. Asimismo, los residuos alimenticios contienen compuestos volátiles que pueden ser utilizados como aromatizantes o saborizantes en diversos alimentos y bebidas, siendo una alternativa al uso de aditivos sintéticos (Peng *et al.*, 2020).

De acuerdo con la evidencia, los residuos alimenticios son fuente importante de componentes bioactivos, por lo que su aprovechamiento mediante la extracción de los componentes bioactivos contribuye a

la reducción de la contaminación ambiental y de las pérdidas económicas. Sin embargo, durante este proceso se debe tener en cuenta el manejo correcto de los componentes bioactivos para evitar su deterioro y así obtener mayor rendimiento de recuperación (Singh *et al.*, 2016).

En este contexto, los componentes bioactivos obtenidos a partir de residuos alimenticios pueden ser utilizados en el desarrollo de alimentos funcionales que brinden beneficios a la salud de los consumidores.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.





## Referencias

- Abdall, M.U.E., Taher, M., Sanad, M. & Tradós, L.K. (2019). Chemical properties, phenolic profiles and antioxidant activities of pepper fruits. *J Agri Chem Biotechnol*, 10, 133-140. doi:10.21608/JACB.2019.53475.
- Abuajah, C.I., Ogbonna, A.C. & Osuji, C.M. (2015). Functional components and medicinal properties of food: a review. *J Food Sci Technol*, 52, 2522-2529. doi:10.1007/s13197-014-1396-5
- Aguilera-Hernández, G., García-Magaña, M.L., Vivar-Vera, M.A., Sáyago-Ayerdi, S.G., Sánchez-Burgos, J.A., Morales-Castro, J., Anaya-Esparza, L.M. & Montalvo-González, E. (2019). Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Annona muricata* by-products and pulp. *Molecules*, 24, 904. doi:https://doi.org/10.3390/molecules24050904
- Al-Dhabi, N., Ponmurugan, K., Maran, P. (2018). Development and validation of ultrasound-assisted solid-liquid extraction of phenolic compounds from waste spent coffee grounds. *Ultrason Sonochem*, 34, 206-213. doi:10.1016/j.ultsonch.2016.05.005
- Arias, D., Montañó, L.N., Velasco, M.A. & Martínez, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. *Rev Tecnura*, 22, 55-68. doi:https://doi.org/10.14483/22487638.12178
- Atef, M. & Mahdi, S. (2017). Health benefits and food applications of bioactive compounds from fish by-products: a review. *J Functional Foods*, 35, 673-681. doi:10.1016/j.jff.2017.06.034
- Barbulova, A., Colucci, G. & Apone, F. (2015). New trends in cosmetics: By-products of plant origin and their potential use as cosmetic active ingredients. *Cosmetics*, 2, 82-92. doi:10.3390/cosmetics2020082
- Basu, A., Du, M., Wilkinson, M., Simmons, B., Wu, M., Betts, N.M., Fu, D.X. & Lyons, T.J. (2010). Strawberries decrease atherosclerotic markers in subjects with metabolic syndrome. *Nutr Res*, 30, 462-469. doi:10.1016/j.nutres.2010.06.016
- Chaouch, M.A. & Benvenuti, S. (2020). The role of fruit by-products as bioactive compounds for intestinal health. *Foods*, 9, 1716. doi:10.3390/foods9111716

- Chávez-Mendoza, C., Sanchez, E., Muñoz-Marquez, E., Sida-Arreola, J.P. & Flores-Cordova, M.A. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different grafted varieties of bell pepper. *Antioxidants*, 4:427-446. doi:10.3390/antiox4020427.
- Erasmus, Agencia Nacional Turca. (2018). *Aplicaciones de valorización de pérdidas de alimentos*. Erasmus, Agencia Nacional Turca.
- Galanakis, C.M. (2021). Functionality of food components and emerging technologies. *Foods*, 10, 128. doi:10.3390/foods10010128
- Gustavson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Otterdijk, R.V. & Meybeek, A. (2011). *Global food losses and food waste – extent, causes and prevention*. Food and Agriculture Organization of the United States (FAO).
- Hall, K.T., Buring, J.E., Mukamal, K.J., et al. (2019). COMT and alpha-tocopherol effects in cancer prevention: gene-supplement interactions in two randomized clinical trials. *J Natl Cancer Inst*, 111, 684-694. doi:10.1093/jnci/djy204
- Herman, A., Herman, A.P., Domagalska, B.W. & Mlynarczyk, A. (2013). Essential oils and herbal extracts as antimicrobial agents in cosmetic emulsion. *Indian J Microbiol*, 53, 232-237. doi:https://doi.org/10.1007/s12088-012-0329-0
- Jiménez-Colmenero, F. (2013). Emulsiones múltiples; compuestos bioactivos y alimentos funcionales. *Nutr Hosp*, 28, 1413-1421. doi:10.3305/nh.2013.28.5.6673
- Jomova, K. & Valko, M. (2013). Health protective effects of carotenoids and their interactions with other biological antioxidants. *Eur J Med Chem*, 70, 102-110. doi:10.1016/j.ejmech.2013.09.054
- Kamal, H., Mudgil, P., Bhaskar, B., Feyisola, A., Gan, C. & Maqsood, S. (2021). Amaranth proteins as potential source of bioactive peptides with enhanced inhibition of enzymatic markers linked with hypertension and diabetes. *J Cer Sci*, 103308. doi:10.1016/j.jcs.2021.103308
- Karami, Z. & Akbari-Adergani, B. (2019). Bioactive food derived peptides: a review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. *J Food Sci Technol*, 56(2), 535-547. doi:10.1007/s13197-018-3549-4
- Konstantinidi, M. & Koutelidakis, A.E. (2019). Functional foods and bioactive compounds: A review of its possible role on weight management and obesity's metabolic consequences. *Medicines*, 6, 94. doi:10.3390/medicines6030094
- Kumar, H., Bhardwaj, K., Sharma, R., et al. (2020). Fruit and vegetable peels: utilization of high value horticultural waste in novel industrial applications. *Molecules*, 25, 2812. doi:10.3390/molecules25122812
- Kumar, K., Yadav, A.N., Kumar, V., Vyas, P. & Dhaliwal, H.S. (2017). Food waste: a potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. *Bioresour Bioprocess*, 4, 2-14. doi:10.1186/s40643-017-0148-6
- Kuriyama, S., Hozawa, A., Ohmori, K., Shimazu, T., Matsui, T., Ebihara, S., Awata, S., Nagatomi, R., Arai, H. & Tsuji, I. (2006). Green tea consumption and cognitive function: A cross-sectional study from the Tsurugaya Project 1. *Am J Clin Nutr*, 83, 355-361. doi:10.1093/ajcn/83.2.355
- Liu, R.H. (2013). Dietary bioactive compounds and their health implications. *J Food Sci*, 78, A18-A25. doi:10.1111/1750-3841.12101.
- Lu, Y., Bao, T., Mo, J., Ni, J. & Chen, W. (2021). Research advances in bioactive components and health benefits of jujube (*Ziziphus jujube* Mill) fruit. *J Zhejiang Univ Sci B*, 22, 431-449. doi:10.1631/jzus.B2000594.
- Martínez, N., Camacho, M. & Martínez, J. (2008). Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietética*, 12, 64-68. doi:10.1016/S1138-0322(08)75623-2
- Mercado-Mercado, G., Montalvo-González, E., Sánchez-Burgos, J.A., Velázquez-Estrada, R.M., Álvarez-Parrilla, E., González-Aguilar, G.A. & Sáyago-Ayerdi, S.G. (2018). Optimization of  $\beta$ -carotene from "Ataulfo" mango (*Mangifera Indica* L.) by-products using ultrasound-assisted extraction. *Rev Mex Ing Quím*, 18, 1051-1061. doi:10.24275/uam/izt/dcbi/revmexingquim/2019v18n3/Mercado
- Noce, A., Di Lauro, M., Di Daniele, F., et al. (2021). Natural bioactive compounds useful in clinical management of metabolic syndrome. *Nutrients*, 13, 630. doi:10.3390/nu13020630.
- Pattnaik, M., Pandey, P., Martin, G.J.O., Mishra, H.N. & Ashokkumar, M. (2021). Innovative technologies for extraction and microencapsulation of bioactives from

- plant-based food waste and their applications in functional food development. *Foods*, 10, 279. doi:10.3390/foods10020279.
- Peng, M., Tabashsum, Z., Anderson, M., *et al.* (2020). Effectiveness of probiotics, prebiotics, and prebiotic-like components in common functional foods. *Food Sci Food Saf*, 19, 1908-1933. doi:10.1111/1541-4337.12565
- Poljsak, B., Kovač, V. & Milisav, I. (2021). Antioxidants, food processing and health. *Antioxidants*, 10(3), 433. doi:https://doi.org/10.3390/antiox10030433
- Román, M.M. & Valencia, G.F. (2006). Evaluación biológica de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. *Vitae*, 53, 36-43.
- Romero-Garay, M.G., Martínez-Montaña, E., Hernández-Mendoza, A., Vallejo-Córdoba, B., González-Córdoba, A.F., Montalvo-González, E. & García-Magaña, M.L. (2020). *Bromelia karatas* and *Bromelia pinguin*: sources of plant proteases used for obtaining antioxidant hydrolysates from chicken and fish by products. *Appl Biol Chem*, 63, 2-11. doi:10.1186/s13765-020-00525-x
- Sagar, N.A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E.M. & Lobo, M.G. (2018). Fruit and vegetable waste: bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 17, 512-531. doi:10.1111/1541-4337.12330
- Samtiya, M., Aluko, R.E., Dhewa, T. & Moreno-Rojas, J.M. (2021). Potential health benefits of plant food-derived bioactive components: An overview. *Foods*, 10, 839. doi:10.3390/foods10040839
- Serrano, M.E., López, M. & Sainz, T.R. (2006). Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Rev Mex Cien Farm*, 37, 58-68.
- Singh, J.P., Kaur, A., Shevkani, K. & Singh, N. (2016). Composition, bioactive compounds and antioxidant activity of common Indian fruits and vegetables. *J Food Sci Technol*, 53, 4056-4066. doi:10.1007/s13197-016-2412-8
- Slavin, J.L. & Lloyd, B. (2012). Health benefits of fruits and vegetables. *Adv Nutr*, 3, 506-516. doi:10.3945/an.112.002154
- Tlais, A.Z.A., Fiorino, G.M., Polo, A., Filannino, P. & Di Cagno, R. (2020). High-value compounds in fruit, vegetable and cereal byproducts: An overview of potential sustainable reuse and exploitation. *Molecules*, 25, 2987. doi:10.3390/molecules25132987.
- Valenzuela, A. & Ronco, A.M. (2004). Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Rev. Chilena Nutr*, 31,161-169. doi:10.4067/S0717-75182004031100003
- Varzakas, T., Zakyntinos, G. & Verpoort, F. (2016). Plant food residues as a source of nutraceuticals and functional foods. *Foods*, 5, 88. doi:10.3390/foods5040088.
- Vuksan, V., Whitham, D., Sievenpiper, J.L., Jenkins, A.L., Rogovik, A.L., Bazinet, R.P., Vidgen, E. & Hanna, A. (2007). Supplementation of conventional therapy with the novel grain salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in results of a randomized controlled trial. *Diabetes Care*, 30, 2804-2810. doi:10.2337/dc07-1144
- Weaver, C.M. (2014). Bioactive foods and ingredients for health. *Adv Nutr*, 5, 306S-311S. doi:10.3945/an.113.005124

# Probióticos como suplemento alimenticio y su efecto en enfermedades gastrointestinales

- Camarena-Alvarado, Isaac<sup>1</sup>
- Rodríguez-Mendoza, Vanessa<sup>2</sup>
- Méndez-Robles, María Dolores<sup>2</sup>
- Anaya-Esparza, Luis Miguel<sup>2</sup>
- Villagrán, Zuamí<sup>3\*</sup>

## Resumen

La microbiota intestinal consta de diversos géneros y especies de microorganismos, los cuales pueden ser benéficos o patógenos y juegan un rol importante sobre la salud general y el balance nutricional del hospedero. Este trabajo se centra en describir los beneficios y limitantes del uso de probióticos como suplemento alimenticio y su efecto en enfermedades gastrointestinales. En general, se ha reportado que el consumo de bacterias ácido lácticas (lactobacilos y bifidobacterias) como agentes probióticos (*L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. reuteri*, *B. bifidum* y *B. longum*) otorga protección contra microorganismos patógenos (*Helicobacter pylori*), así como efectos positivos en la atención de enfermedades y trastornos gastrointestinales (enfermedad de Crohn, colitis ulcerativa, diarrea infecciosa aguda y asociada a antibióticos y síndrome de intestino irritable), mediante la producción de metabolitos, modulación del sistema

inmune y estimulación de las estructuras del tracto gastrointestinal. Sin embargo, sus efectos benéficos dependen de las características de la cepa, del medio ambiente y del hospedero, además de la frecuencia y cantidad de consumo. De acuerdo con la evidencia, el uso de probióticos como suplemento alimenticio tiene impacto positivo en la salud del consumidor. Sin embargo, se requieren más estudios para validar la eficacia e inocuidad de las diferentes cepas probióticas en enfermedades gastrointestinales.

**Palabras clave:** probióticos, suplemento alimenticio, beneficios a la salud, microbiota, enfermedades gastrointestinales.

## Abstract

The intestinal microbiota consists of various beneficial or pathogenic genera and species of microorga-

1 Lic. en Nutrición. Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. Tepatitlán de Morelos, México.

2 Departamento de Ciencias Pecuarias y Agrícolas, Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. Tepatitlán de Morelos, México.

3 Departamento de Ciencias de la Salud, Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. Tepatitlán de Morelos, México.

\* [blanca.villagran@academicos.udg.mx](mailto:blanca.villagran@academicos.udg.mx)



nisms. These microorganisms play an important role in the general health and nutritional balance of the host. This work describes the benefits and limitations of using probiotics as a dietary supplement and their effect on gastrointestinal diseases. In general, it has been reported that the consumption of lactic acid bacteria (lactobacilli and bifidobacteria) as probiotic agents (*L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. reuteri*, *B. bifidum* and *B. longum*) protect against pathogenic microorganisms (*Helicobacter pylori*), as well as exhibited positive effects in the treatment of gastrointestinal diseases and disorders (Crohn's disease, ulcerative colitis, acute infectious and anti-biotic-associated diarrhea, and irritable bowel syn-

drome), through the production of metabolites, modulation of the immune system, and stimulation of the gastrointestinal tract structures. However, their beneficial health effects depend on the probiotic strain, environment, host, and the frequency and amount of their consumption. According to the evidence, probiotics as a dietary supplement have a positive impact on consumer's health. However, further studies are needed to validate the efficacy and safety of different probiotic strains on gastrointestinal diseases.

**Keywords:** probiotic, dietary supplement, health effects, microbiota, gastrointestinal diseases.

---

## Introducción

La alimentación se correlaciona con diversas patologías de diferente gravedad y localización en el organismo (Serrano, 2017). Es así como la población se ve afectada por el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales debido al consumo de alimentos procesados, exceso de edulcorantes, conservadores, entre otros, o por enfermedades gastrointestinales infecciosas por el consumo de agua y alimentos contaminados por bacterias tales como *Escherichia coli*, *Salmonella* o *Shigella*; virus como *Rotavirus* y *Norwalk*, y parásitos como *Giardia lamblia* o *Entamoeba histolytica* (Cortez, Aguilera & Castro, 2011; Pineda & Perdomo, 2017), por mencionar algunos.

Por su parte, la *microbiota intestinal* se define como las comunidades de microorganismos que habitan en el intestino, clasificados en mutualistas (asociación de microorganismos benéficos), comensales (microorganismos no dañinos ni benéficos para el individuo) y patógenos (microorganismos dañinos para el individuo). Éstos se distribuyen entre la superficie de las células epiteliales, dentro de las criptas del colon, íleon y ciego, en la capa de moco que los cubre y cavidad intestinal (Covarrubias Esquer, 2020). Complementan múltiples funciones en el organismo relacionadas con la nutrición (actividades metabólicas, recuperación y síntesis de nutrimento) y la modulación del sistema inmune, lo que protege al individuo

frente a irrupción de microorganismos patógenos y las diversas patologías que afectan el tracto digestivo (Holguin *et al.*, 2017; Polanco Allué, 2015).

Dentro de la práctica clínica se ha comprobado la eficacia de modular la microbiota intestinal a través de los probióticos (Valdovinos *et al.*, 2017), microorganismos vivos que administrados en cantidades suficientes tienen efectos benéficos para la salud. Se encuentran de forma natural en determinados alimentos o como de medicamentos y complementos alimenticios. Su utilidad ha sido reportada en enfermedades como la diarrea del viajero o diarrea infantil, síndrome de intestino irritable, enfermedad de Crohn y colitis ulcerativa, haciendo hincapié en su efecto preventivo y terapéutico (Corrales Benedetti & Palacios, 2020). Este trabajo describe los beneficios y limitantes del uso de probióticos como suplemento alimenticio y su efecto en enfermedades gastrointestinales.

## Probióticos y sus características

A lo largo de la historia se ha comprobado la eficacia de los probióticos para corregir los desequilibrios de la microbiota de forma segura, estimular las barreras protectoras del intestino, mejorar la respuesta inmune y, de este modo, disminuir las afecciones del tracto gastrointestinal (Guarner *et al.*, 2017; Ritchie & Romanuk, 2012).

Existe una gran variedad de microorganismos (levaduras y bacterias) reconocidos como probióticos (Guillot, 2018), cualidad identificada gracias a que cumplen con las siguientes características (Corrales Benedetti & Palacios, 2020; Margolles *et al.*, 2018):

1. La cepa debe pasar por algunos estándares de seguridad por los cuales se selecciona el probiótico; las cepas de uso humano, de preferencia, deben tener su origen humano.
2. No ser patógeno ni tóxico.
3. No tener genes transmisibles de resistencia a los antibióticos.
4. Sobrevivir en el ambiente gastrointestinal.
5. Adherirse al epitelio y ser estable en el tracto gastrointestinal.
6. Estimular el sistema inmunológico, pero sin efecto proinflamatorio.
7. Tener actividad contraria frente a patógenos.
8. Poseer propiedades anticancerígenas y antimutagénicas.
9. Tener evidencia científica sobre el adecuado funcionamiento en el tracto gastrointestinal humano.
10. Tener factibilidad en su transcurso, estabilidad del producto y almacenamiento.

La mayoría de los probióticos son bacilos Gram positivos, catalasa negativos, agrupados en cadenas largas o cortas y con extremos redondos, inmóviles, no flagelados, no esporulados e intolerantes a la sal. La temperatura ideal para su crecimiento es de 37°C y su pH de 6.5-7.0 (Rodríguez García, 2019). Dentro del género bacteriano, los más comunes son los *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*; sin embargo, otros géneros han sido empleados para dicho fin (Guillot, 2018).

El género *Lactobacillus* ha demostrado capacidad inmunorregulatoria y antipatogénica (Rivera Ruiz, 2019). Por su parte, *Bifidobacterium* modifica la función de las células dendríticas a fin de regular su respuesta inmune frente a bacterias inocuas y antígenos en el intestino. Asimismo, ha demostrado eficacia en el alivio de síntomas de distintas patologías, como síndrome de intestino irritable (SII), alergias y cáncer (Aguilera-Hernández *et al.*, 2019). Ambos géneros segregan antibióticos naturales con extensa activi-

dad, como las curvacinas, las nicinas, bifidocinas, helveticinas y las lactocinas (Margolles *et al.*, 2018). Como las especies del género *Bacillus*, sintetizan bacteriocinas y proteinasas que incentivan el sistema inmune, refuerzan el tracto gastrointestinal y modulan la microbiota intestinal (Maya Ortega, Madrid Garces & Parra Suescun, 2021), al igual que *Escherichia coli* Nissle (EcN), que ha demostrado ser eficiente contra *Candida*, *Salmonella*, *Shigella*, entre otros comensales dañinos (Flores Holguin, 2019).

Por otro lado, hay cepas que, además de brindar beneficios al hospedero, son empleadas en la producción de alimentos. Entre éstas se pueden nombrar a las bacterias ácido lácticas (BAL), con capacidad de metabolizar hidratos de carbono en ácido láctico y útiles en la fermentación de alimentos (Sanchez & Tromps, 2014). Capacidades similares han sido reportadas en *Streptococcus thermophilus*, que además ha demostrado inhibir el desarrollo de bacterias patógenas y su adherencia al tracto gastrointestinal (Sangki *et al.*, 2020). Por su parte, los *Lactococcus* transforman aminoácidos en complejos de sabor por medio de proteólisis (Rivera Ruiz, 2019; Issa & Tahergorabi, 2019), y los *Enterococcus* sintetizan péptidos antimicrobianos que eliminan el desarrollo de microorganismos patógenos en alimentos (Quillama Polo, Cruz Pio & Gandolfo Navarro, 2020).

Con respecto a las levaduras probiótica, *Saccharomyces* es utilizada en la producción de alimentos funcionales, siendo *S. cerevisiae* y *S. boulardii* las más eficientes. Además, regula la función inmune proinflamatoria e incrementa la producción de ácidos grasos volátiles (Guillot, 2018; Rivera Ruiz, 2019).

### **Mecanismos de acción de los probióticos**

La principal virtud de los probióticos es incidir en el desarrollo de la comunidad microbiana que habita en el hospedero, asegurando así el adecuado equilibrio entre patógenos y bacterias para el funcionamiento correcto del organismo. Otra acción es neutralizar la actividad de los patógenos, adquiridos a través de la dieta (Ortega Ibarra, Rodríguez Ricardo & Soto Novia, 2020). También se involucran con el sistema nervioso entérico y central, reduciendo el dolor por medio de la estimulación de receptores endocannabinoides y opioides (Shahrokhi & Nagalli, 2021). Microorganis-

mos probióticos como *Lactobacillus reuteri*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Lactobacillus plantarum* y *Bifidobacterium pseudocatenulatum* sintetizan las vitaminas B1, B2, B3, B6, B8, B9 y B12, mejoran la absorción de micronutrientes (vitaminas y minerales) e incitan la síntesis de aminoácidos, ácidos orgánicos y ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (Allès *et al.*, 2017).

Estos mecanismos conducen a la oposición de patógenos potenciales, a la mejora y reforzamiento del ambiente de la barrera intestinal y a la modulación de la inflamación y de la respuesta inmune (Valdovinos *et al.*, 2017).

Los probióticos estimulan los mecanismos inmunitarios de la mucosa intestinal y los mecanismos no inmunitarios a través de antagonistas, mostrando los siguientes beneficios (Guarner *et al.*, 2017; Díaz Benítez, 2019):

1. Modulan los perfiles de las citocinas.
2. Activan los macrófagos locales para que aumenten la presentación de antígenos a los linfocitos B y la producción de inmunoglobulina A.
3. Asimilan los alimentos y compiten contra los patógenos por los nutrientes.
4. Producen bacteriocinas para inhibir a los patógenos.
5. Modifican el pH intestinal para crear un entorno poco favorable para los patógenos.
6. Maximizan la función de la barrera intestinal.
7. Estimulan la producción epitelial de mucina.
8. Incrementan la absorción de ciertos micronutrientes
9. Ayudan en la prevención de intolerancias y alergias alimentarias.
10. Previenen problemas de hipertensión y colesterol elevado.

Son estos mecanismos de acción los que han puesto a los probióticos como herramientas para la atención clínica de patologías gastrointestinales, considerando que al existir diversos tipos de probióticos, su efecto en la salud humana debe identificarse de acuerdo al género, grupo o especie (Medina Rodríguez, 2017).

## Uso de probióticos para la atención de patologías digestivas

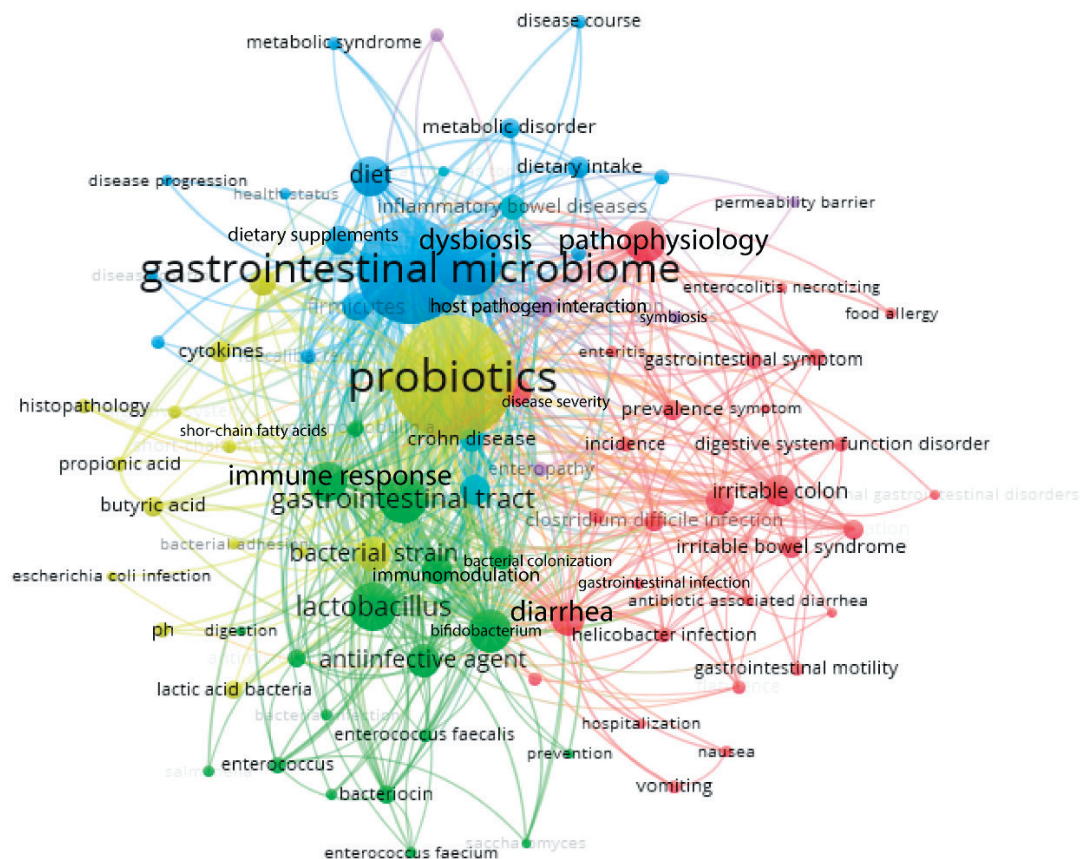
Las enfermedades gastrointestinales se han convertido en un trastorno frecuente a nivel mundial (Vittellio *et al.*, 2019). Su comportamiento cambia continuamente a causa de diversos factores relacionados con el ambiente y agentes causales tales como virus, bacterias o parásitos (Daza, Dadán & Higuera, 2017), o por el paciente, cuando se muestran como enfermedades funcionales identificadas como una mezcla inestable de signos gastrointestinales crónicos que no se consiguen definir en términos bioquímicos o anomalías estructurales (Nocerino *et al.*, 2021). De esta misma forma, los tratamientos propuestos para dichas enfermedades son variados y los probióticos se presentan como una alternativa viable, por lo que han sido ampliamente estudiados en los últimos años.

La Figura 1 muestra la distribución de términos de búsqueda en los artículos publicados recientemente (2016-2021) sobre la administración de probióticos para tratar enfermedades gastrointestinales, donde las palabras claves más frecuentes fueron *probióticos*, *microbioma gastrointestinal*, *disbiosis* y *patofisiología*. También se observa que la distribución de los términos se centra en cuatro grupos: el primero (color amarillo) concentra los metabolitos sintetizados y excretados por los probióticos; el segundo (verde) agrupa las cepas más comúnmente empleadas; el tercero (azul) incluye los términos relacionados con su administración, y el cuarto (rojo) describe los signos, síntomas y patologías relacionados con los trastornos gastrointestinales.

### Enfermedades inflamatorias intestinales

La enfermedad intestinal inflamatoria es un nombre amplio que se usa para describir distintas patologías del tracto digestivo. Este término incluye dos trastornos de etiología desconocida: la colitis ulcerosa y la enfermedad de Crohn (Pedersen *et al.*, 2017), las cuales se definen como inflamación crónica del intestino delgado y del colon, respectivamente, provocada por una reacción inmune descontrolada a la microbiota intestinal del paciente en individuos genéticamente aptos (Ballini *et al.*, 2019).

**Figura 1. Red de ocurrencia de términos 2016-2021 sobre probióticos y enfermedades gastrointestinales**



Fuente: Elaboración propia mediante el *software* VOSviewer v.1.6.16, usando la ocurrencia de términos del año 2016 al 2021. Los resultados se basan en el umbral de 157 términos con cuatro conjuntos, donde cada círculo o nodo en el mapa representa la aparición de un término al menos diez veces, y el tamaño del círculo o nodo de un término es proporcional al número de apariciones de ese término. Datos obtenidos de la base de datos SCOPUS.

Con el paso del tiempo, han emergido nuevos procedimientos médicos para la terapia de la enfermedad inflamatoria. El interés hacia los probióticos ha ido en aumento debido al avance tecnológico, ya que éste muestra que el microbioma intestinal se encuentra alterado considerablemente por enfermedades intestinales, por lo que se insinúa que la disbiosis bacteriana juega un papel patogénico o etiológico en ciertos trastornos (Bjarnason, Sission & Hussaine, 2019).

Los probióticos han sido considerados como una alternativa al tratamiento regular, ya que son de fácil acceso y reportan efecto positivo sobre la función intestinal y el decremento de la inflamación intestinal (ver Tabla 1).

De acuerdo a los estudios revisados, los resultados son dependientes de diversos factores, entre los que se destacan la nutrición, eventos fisiológicos del paciente, estructura anatómica, medio ambiente, dosis y tiempo de consumo del probiótico.

### ***Diarrea aguda infecciosa y diarrea asociada a antibióticos***

La diarrea aguda infecciosa, denominada *enfermedad infecciosa autolimitada de corta duración*, es caracterizada por la aparición repentina de diarrea, vómitos, fiebre y dolor abdominal (Machado, 2020). Por su parte, la diarrea asociada a antibióticos se debe al uso de antibióticos de amplio espectro que aumenta



**Tabla 1. Efecto de probióticos en enfermedad de Crohn y colitis ulcerativa**

Probiótico	Características del bioensayo	Resultados	Referencia
<i>L. rhamnosus</i> NCIMB 30174, <i>L. plantarum</i> NCIMB 30173, <i>L. acidophilus</i> NCIMB 30175 y <i>Enterococcus faecium</i> NCIMB 30176	n= 142 (n= 81 enfermedad de Crohn; n= 61 colitis ulcerosa) 4 semanas	Decremento en inflamación intestinal en pacientes con colitis ulcerativa	Bjarnason, Sission & Hussaine, 2019
<i>L. acidophilus</i> LA-5, <i>Bifidobacterium</i> BB-1	n= 305 8 semanas	Se mejoró la función intestinal por aumento en los recuentos de lactobacilos y bifidobacterias en el intestino y colon	Shadnoush <i>et al.</i> , 2015
<i>L. acidophilus</i> LA-5, <i>L. delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i> LBY-27, <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12Ô y <i>Streptococcus thermophilus</i> STY-31Ô	n= 16 1 mes	La administración de probióticos no mostró efecto sobre la microbiota colónica asociado con la dosis utilizada en el estudio	Ahmed <i>et al.</i> , 2013

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2. Efecto de probióticos en diarrea infecciosa aguda\* o asociada a antibióticos\*\***

Probiótico	Características del bioensayo	Resultados	Referencia
<i>L. rhamnosus</i> GG	n= 943 8 semanas	*No hubo reducción de signos y síntomas en pacientes tratados	Gorelick <i>et al.</i> , 2018
<i>L. reuteri</i> DSM 17938	n= 64 5 días	*La duración media de la diarrea se redujo en comparación con el grupo de control	Cagri <i>et al.</i> , 2015
<i>B. bifidum</i> W23, <i>B. longum</i> W51, <i>Enterococcus faecium</i> W54, <i>L. acidophilus</i> W37 y W55, <i>L. paracasei</i> W20, <i>L. plantarum</i> W62, <i>L. rhamnosus</i> W71, y <i>L. Salivarius</i> W24	n= 93 8 semanas	**La implementación exitosa de probióticos demostró una reducción en la ocurrencia de diarrea asociada a antibióticos en residentes de hogares de ancianos	van Wietmarschen <i>et al.</i> , 2020
<i>L. helveticus</i> R0052 y <i>L. rhamnosus</i> R0011	n= 160 8 días	**El uso de probióticos redujo significativamente la frecuencia de evacuaciones similares al grupo control	Evans <i>et al.</i> , 2016

Fuente: Elaboración propia.

y cambia fundamentalmente la microbiota intestinal. También actúa a través de otros mecanismos, como cambios en la peristalsis intestinal y efectos tóxicos directos sobre la mucosa intestinal (Sabah, 2015).

Los probióticos han causado gran impacto por su eficacia para tratar y prevenir los signos y síntomas de estas patologías (ver Tabla 2). Están relacionados con el tratamiento y prevención de entidades clínicas, tienen múltiples efectos en la cavidad intestinal y pueden ser beneficiosos. Algunos de estos efectos son compartidos por un gran número de cepas, mientras que otros son específicos de especie y cepa (Mego *et al.*, 2015); sin embargo, los bioensayos suelen mostrar resultados poco homogéneos. Existen varias razones por las cuales se encuentran resultados diferentes en el control de la diarrea mediante la administración de probióticos, algunas de ellas son: poco apego de parte de los pacientes al tratamiento, las dosis y condiciones de administración (Gorelick *et al.*, 2018).

### Infeción por *Helicobacter pylori*

La infección por *Helicobacter pylori* se produce cuando la bacteria ataca el estómago. Esta infección causa frecuentemente problemas gastrointestinales, tales como gastritis crónica, úlcera péptica o cáncer de es-

tómago, y puede estar presente en más de la mitad de la población mundial (Akdeniz, Akalin & Ózer, 2018). La tasa de infección por *H. Pylori* ha ido en aumento durante los últimos años, por lo que se han buscado varias alternativas al uso de antibióticos para su erradicación. Existe variedad de estudios realizados en los últimos años que han demostrado la eficacia de los probióticos en la erradicación de *H. pylori* por mecanismos inmunitarios y no inmunitarios (Chen *et al.*, 2018) (ver Tabla 3).

Los resultados del tratamiento mediante probióticos para la infección por *H. pylori* fueron dependientes de la adhesión a la terapia y el tipo de cepas administradas, y sugieren el uso de cepas probióticas alternas, por ejemplo, *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, resaltando aquellas que son capaces de competir por los sitios de adherencia (Mcnicholl *et al.*, 2018).

Cabe destacar que en esta patología, el tratamiento con probióticos es una opción ideal para los pacientes no apropiados para la terapia con antibióticos (Zhang *et al.*, 2020).

### Síndrome de intestino irritable

El síndrome de intestino irritable (SII) es una enfermedad frecuente en el tracto gastrointestinal que im-

**Tabla 3. Efecto de probióticos en infección por *Helicobacter pylori***

Probiótico	Características del bioensayo	Resultados	Referencia
<i>L. reuteri</i>	n= 100 14 días	El tratamiento fue eficaz en la erradicación de <i>H. pylori</i>	Poonyam, Chotivitayatarakorn & Vilaichone, 2019
<i>L. plantarum</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>	n= 209 8 semanas	El tratamiento con probióticos no disminuyó la tasa de erradicación ni los efectos secundarios de <i>H. pylori</i>	Mcnicholl <i>et al.</i> , 2018
<i>Clostridium butyricum</i> y <i>Bacillus coagulans</i>	n= 150 8 semanas	<i>B. coagulans</i> y <i>C. butyricum</i> ayudan a reducir efectos por <i>H. pylori</i>	Zhang <i>et al.</i> , 2020

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4. Efecto de probióticos en síndrome de intestino irritable (SII)**

Probiótico	Características del bioensayo	Resultados	Referencia
MegaSporeBiotic (probiótico a base de especies de <i>Bacillus</i> [ <i>B. indicus</i> HU36™, <i>B. coagulans</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i> HU58™, <i>B. clausii</i> ])	n= 90 60 días	La administración del probiótico redujo la severidad de los síntomas del SII de forma similar al tratamiento tradicional	Catinean <i>et al.</i> , 2019
<i>Clostridium butyricum</i>	n= 200 4 semanas	Se demostró que el tratamiento ayudó a aliviar los síntomas generales, habitabilidad y la frecuencia de evacuaciones en pacientes con SII con diarrea dominante	Sun <i>et al.</i> , 2018
Suplemento Foodis ( <i>L. plantarum</i> , <i>L. paracasei</i> y <i>L. salivarius</i> )	n= 50 4 semanas	Los suplementos probióticos demostraron eficacia en la mejora de los síntomas abdominales en pacientes con SII sin estreñimiento	Hyun Oh <i>et al.</i> , 2019

Fuente: Elaboración propia.

pacta en la calidad de vida de los pacientes (Sun *et al.*, 2018). Se caracteriza por dolor abdominal frecuente asociado a alteraciones en la consistencia o asiduidad de las heces (estreñimiento o diarrea). La terapia del SII se enfoca en mitigar los síntomas, aunque la mayoría de las veces no cumple con el objetivo, por lo cual es necesario probar con fuentes alternas como los probióticos (Catinean *et al.*, 2019).

En diferentes estudios, los probióticos han demostrado su eficacia para el alivio de síntomas en SII (ver Tabla 4). En general, se reporta que su administración disminuye la frecuencia y severidad de los signos y síntomas; sin embargo, es importante hacer hincapié en el consumo de una dieta correcta para la atención y mejora de dicha patología (Catinean *et al.*, 2019).

## Discusión

La administración de probióticos a pacientes con patologías gastrointestinales, tales como enfermedad de Crohn, colitis ulcerativa, diarrea infecciosa aguda o asociada a antibióticos, infección por *Helicobacter pylori* o SII, se muestra como una alternativa o complemento viable al tratamiento tradicional. Sin embargo, su eficacia es dependiente de la dosis administrada, el grupo o cepa probiótica, el apego al tratamiento y las características propias del paciente.

Se requieren futuras investigaciones que permitan identificar las cepas y características de administración precisas para la atención de las diversas patologías gastrointestinales, así como garantizar su inocuidad al ser consumidos por los pacientes.

## Referencias

- Ahmed, J., Reddy, B.S., Mølbak, L., Leser, T.D. & Macfie, J. (2013). Impact of probiotics on colonic microflora in patients with colitis: A prospective double blind randomised crossover study. *Int J Surg*, 11(10), 1131-1136. doi:10.1016/j.ijsu.2013.08.019
- Akdeniz, V., Akalin, A.S. & Ózer, E. (2018). Helicobacter pylori ENFEKSİYONUNDA PROBIYOTİKLERİN ROLÜ. *Gıda J food*, 43(6), 943-956. doi:10.15237/gida.GD18062
- Allès, B., Baudry, J., Méjean, C., et al. (2017). Comparison of sociodemographic and nutritional characteristics between self-reported vegetarians, vegans, and meat-eaters from the NutriNet-Santé study. *Nutrients*, 12(9), 18. doi:10.3390/nu9091023
- Ballini, A., Santacroce, L., Cantore, S., et al. (2019). Eficacia de los probióticos sobre los valores de estrés oxidativo en la enfermedad inflamatoria intestinal: un estudio piloto aleatorizado doble ciego controlado con placebo. *Trastor endocrinos, metabólicos e inmunitarios*, 19(3), 373-381.
- Bjarnason, I., Sission, G. & Hussaine, B. (2019). A randomised, double-blind, placebo-controlled trial of a multi-strain probiotic in patients with asymptomatic ulcerative colitis and Crohn's disease. *Inflammopharmacology*, 27(3), 465-473. doi:10.1007/s10787-019-00595-4
- Cagri, E., Dalgic, N., Guven, S., et al. (2015). Lactobacillus reuteri DSM 17938 shortens acute infectious diarrhea in a pediatric outpatient setting. *J Pediatr (Rio J)*, 91(4), 392-396. doi:10.1016/j.jpmed.2014.10.009
- Catinean, A., Neag, A.M., Nita, A., Buzea, M. & Buzoianu, A.D. (2019). Bacillus spp. spores –A promising treatment option for patients with irritable bowel syndrome. *Nutrients*, 11, 1-10.
- Chen, L., Xu, W., Lee, A., et al. (2018). The impact of Helicobacter pylori infection, eradication therapy and probiotic supplementation on gut microenvironment homeostasis: An open-label, randomized clinical trial. *EBioMedicine*, 35, 87-96. doi:10.1016/j.ebiom.2018.08.028
- Corrales Benedetti, D. & Palacios, J.A. (2020). Los probióticos y su uso en el tratamiento de enfermedades. *Rev Ciencias Biomédicas*, 9(1), 54-66.
- Cortez, C., Aguilera, G. & Castro, G. (2011). Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Gastrointestinal Diseases, Situation in Mexico*, Vol 31.
- Covarrubias Esquer, J.D. (2020). *Manual de probióticos*. Ergon.
- Daza, W., Dadán, S. & Higuera, M. (2017). Perfil de las enfermedades gastrointestinales en un centro de gastroenterología pediátrica en Colombia: 15 años de seguimiento. *Biomédica*, 34(2), 315-323.
- Díaz Benítez, J.D. (2019). Beneficios de los probióticos y la bacterioterapia. *Rev Vinculado*. <https://vinculando.org/consumidores/beneficios-de-los-probioticos-y-la-bacterioterapia.html>.
- Evans, M., Salewski, R.P., Christman, M.C., Girard, S. & Tompkins, T.A. (2016). Effectiveness of Lactobacillus helveticus and Lactobacillus rhamnosus for the management of antibiotic-associated diarrhoea in healthy adults: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Br J of Nutrition*, 116, 94-103. doi:10.1017/S0007114516001665
- Flores Holguin, L. (2019). *Evaluación del efecto inhibitorio de bacterias ácido lácticas en bacterias patógenas E. coli, Salmonella spp y Listeria monocytogenes*. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1661/1/ULEAM-AGROIN-0029.pdf>
- Gorelick, M.H., Dean, J.M., Connell, K.J.O., et al. (2018). Lactobacillus rhamnosus. *New Engl J Med Orig*, 14, 379. doi:10.1056/NEJMoa1802598
- Guarner, F., Ellen Sanders, M., Eliakim, R., et al. (2017). Probióticos y prebióticos. *Guías prácticas la Organ Mund Gastroenterol*, 1, 35.
- Margolles, A., Cepeda, A., Mateos, A., Rodríguez, A., Sánchez, A., Suarez, J., Álvarez, G., Martínez, I., Pérez, J., Rodríguez, J., Gregorio, S., & Fente, C. (2018). *Guía de actuación y documento de consenso sobre el manejo de preparados con probióticos y/o prebióticos en la farmacia comunitaria SEFAC-SEPyP* (G. Álvarez & A. Mateos, Eds.; 1st ed.). Sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria. [https://www.sefac.org/sites/default/files/2018-07/GUIA\\_PROBIOTICOS%20WEB.pdf](https://www.sefac.org/sites/default/files/2018-07/GUIA_PROBIOTICOS%20WEB.pdf)
- Guillot, C.C. (2018). Probióticos, Puesta Al Día. Probiotics: An Update. *Rev Cubana Pediatr*, 90(2).

- Holguin, L.D., Garcia, A.M., Lemus, K., Ramos, A., Sierra, J. & Gomez Jimenez, M. (2017). Microbiota intestinal y sus generalidades en el organismo del ser humano. *Bio-ciencias*, 2(1), 23-31.
- Hyun Oh, J., Sil Jang, Y., Kang, D., Kyung Chang, D. & Min, W. (2019). Nutrients efficacy and safety of new lactobacilli probiotics for unconstipated irritable bowel syndrome. *Nutrients*, 11, 2287.
- Issa, A. & Tahergorabi, R. (2019). Bacterias de la leche y tracto gastrointestinal. *Interv dietéticas en enfermedades gastrointestinales*, 265-275.
- Machado, K. (2020). Uso de probióticos en el tratamiento y la prevención de diarrea aguda en niños. *Arch Pediatr Urug*, 91(1), 35-45. doi:10.31134/AP.91.1.6
- Maya Ortega, C.A., Madrid Garces, T.A. & Parra Suescun, J.E. (2021). Efecto de Bacillus subtilis sobre metabolitos sanguíneos y parámetros productivos en pollo de engorde \* Effect of Bacillus subtilis on blood metabolites and productive parameters in broiler chickens. *Biotecnol en el Sect Agropecu y agroindustrial*, 19(1), 105-116.
- Mcnicholl, A.G., Molina-infante, J., Lucendo, A.J., et al. (2018). Probiotic supplementation with Lactobacillus plantarum and Pediococcus acidilactici for Helicobacter pylori therapy: A controlled trial. *Wiley Online Library*, (May), 1-9. doi:10.1111/hel.12529
- Medina Rodríguez, C.E. (2017). *Evaluación in vitro del efecto antibacteriano de microorganismos probióticos de uso alimentario o terapéutico humano* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Mego, M., Chovanec, J., Vochyanova-Andrezalova, I., Konkolovsky, P., et al. (2015). Prevention of irinotecan induced diarrhea by probiotics: A randomized double blind, placebo controlled pilot study. *Elsevier*, 23(3), 356-362.
- Nocerino, R., Di Costanzo, M., Bedogni, G., et al. (2021). Dietary treatment with extensively hydrolyzed casein formula containing. *J Pediatr*, 213, 137-142.e2. doi:10.1016/j.jpeds.2019.06.004
- Ortega Ibarra, E., Rodríguez Ricardo, G. & Soto Novia, A.A. (2020). Rol de los probioticos lactobacillus en la restauracion del equilibrio de la microbiota intestinal. *Entorno Udl*, 8(July), 9.
- Pedersen, N., Vedel Ankersen, D., Felding, M., et al. (2017). Low-FODMAP diet reduces irritable bowel symptoms in patients with inflammatory bowel disease. *World J Gastroenterol*, 23(18), 3356-3366.
- Pineda, E. & Perdomo, D. (2017). Entamoeba histolytica under oxidative stress: What countermeasure mechanisms are in place? *Cells*, 6(4), 44. doi:10.3390/cells6040044
- Polanco Allué, I. (2015). Microbiota y enfermedades gastrointestinales. *An Pediatría*, 83(6), 443.e1-443.e5. doi:10.1016/j.anpedi.2015.07.034
- Poonyam, P., Chotivitayatarakorn, P. & Vilaichone, R. (2019). High effective of 14-day high-dose PPI-bismuth-containing quadruple therapy with probiotics supplement for Helicobacter pylori eradication: A double blinded-randomized placebo-controlled study. *Asian Pacific J Cancer Prev APJCP*, 20(Cicm), 2859-2864. doi:10.31557/APJCP.2019.20.9.2859
- Quillama Polo, E., Cruz Pio, L. & Gandolfo Navarro, G. (2020). Selección y caracterización de cepas nativas de Enterococcus con potencialidad antimicrobiana aisladas de quesos de elaboración artesanal. *Ecol Apl*, 19(1), 10.
- Ritchie, M.L. & Romanuk, T.N. (2012). A meta-analysis of probiotic efficacy for gastrointestinal diseases. *PLOS ONE*, 7(4), e34938. doi:10.1371/journal.pone.0034938
- Rivera Ruiz, M. (2019). *Modulación de la microbiota intestinal por probióticos y su relación con la salud humana* [Trabajo de fin de grado, Facultad de Farmacia]. Universidad Complutense.
- Rodríguez García, D.M. (2019). *Validación de una metodología para la cuantificación de un microorganismo probiótico (Lactobacillus acidophilus La3) en yogur* [Tesis para optar al título de Magister en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias]. Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, Medellín, Colombia.
- Sabah, S. (2015). Diarrea asociada a antibióticos. *Rev Clínica Las Condes*, 26(5), 687-695. doi:10.1016/j.rm-clc.2015.09.011
- Sanchez, L. & Tromps, J. (2014). Caracterización in vitro de bacterias ácido lácticas con potencial probiótico. *Rev salud Anim*, 36(2), 124-129.

- Sangki, O.B., Chanmi, O., Won, P., *et al.* (2020). Safety assessment of *Streptococcus thermophilus* IDCC 2201 used for product manufacturing in Korea. *Food Sci y Nutr*, 0(July), 6269-6274. doi:10.1002/fsn3.1925
- Serrano, P.S. (2017). *Prebióticos en la mejora de la función gastrointestinal* [Trabajo de fin de grado]. Universidad Complutense.
- Shadnoush, M., Hosseini, R.S., Khalilnezhad, A., Navai, L., Goudarzi, H. & Vaezjalali, M. (2015). Effects of probiotics on gut microbiota in patients with inflammatory bowel disease: A double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Korean J Gastroenterol*, 65(4), 215-221.
- Shahrokhi, M. & Nagalli, S. (2021). Probiotics. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553134/>
- Sun, Y., Li, M., Li, Y., Li, L., Zhai, W. & Wang P. (2018). The effect of *Clostridium butyricum* on symptoms and fecal microbiota in diarrhea-dominant irritable bowel syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Sci Rep*, 8(January), 1-11. doi:10.1038/s41598-018-21241-z
- Valdovinos, M.A., Montijo, E., Abreu, A.T., *et al.* (2017). Consenso mexicano sobre probióticos en gastroenterología. *Rev Gastroenterol Mex*, 82(2), 156-178. doi:10.1016/j.rgmx.2016.08.004
- van Wietmarschen, H.A., Busch, M., van Oostveen, A., Pot, G. & Jong, M.C. (2020). Probiotics use for antibiotic-associated diarrhea: a pragmatic participatory evaluation in nursing homes. *BMC Gastroenterol*, 20(151), 1-9.
- Vitellio, P., Giuseppe, C., Bonfrate, L., Gobbetti, M., Portincasa, P. & De Angelis, M. (2019). Effects of *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus rhamnosus* on gut microbiota in patients with lactose intolerance and persisting functional gastrointestinal symptoms: A randomised, double-blind, cross-over study. *Nutrients*, 11(886), 1-15.
- Zhang, J., Guo, J., Li, D., *et al.* (2020). The efficacy and safety of *Clostridium butyricum* and *Bacillus coagulans* in *Helicobacter pylori* eradication treatment. *Medicine (Baltimore)*, 45(September), 7.



# Efectos de los fructanos del *Agave* mexicano como potencial prebiótico y su importancia en la microbiota humana

- Pineda-Tapia, Francisco Javier<sup>1</sup>
- Villarruel-López, Angélica<sup>2</sup>
- Iñiguez-Muñoz, Laura Elena\*<sup>3</sup>

## Resumen

Las plantas han sido utilizadas a lo largo del tiempo para obtener alimentos, fármacos, aromas, suplementos alimenticios, entre otros. El *Agave* es una de estas plantas, debido a su valor comercial. El *Agave tequilana* Weber var. azul es uno de los principales agaves cultivados en México, ya que a partir de la fermentación alcohólica de su mosto se obtiene el tequila, bebida emblemática del país. Adicionalmente, el *Agave* es una importante fuente de fructanos, los cuales son polímeros de fructosa que sirven como almacenamiento de energía en plantas y tienen aplicación industrial. Los fructanos más estudiados son los que provienen de la achicoria (*Cichorium intybus*). Cuando una persona consume fructanos de *Agave*, éstos suelen atra-

vesar la mayor parte del tracto digestivo. Es en el colon donde los fructanos empiezan a sufrir cambios que traen beneficios importantes para el cuerpo. En el intestino grueso, las bacterias comienzan a degradarlos en grandes porciones y al metabolizarlos producen ácidos de cadena corta, dióxido de carbono, hidrógeno y metano. Los fructanos se pueden llamar *fibra soluble* debido a que estimulan el crecimiento de la microbiota intestinal. En el presente trabajo se recopilan varias obras que demuestran la efectividad de los fructanos como potencial prebiótico y los efectos que traen a la salud intestinal.

**Palabras clave:** fructanos, prebiótico, *Agave* mexicano.

1 Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico Nacional de México, campus Acapulco. Av. Instituto Tecnológico de Acapulco S/N, Col. del PRI. Acapulco de Juárez, Guerrero, México.

2 Laboratorio de Microbiología Sanitaria, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara. Marcelino García Barragán No. 1451, 44430. Guadalajara, Jalisco, México.

3 Laboratorio de Microbiología, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara. Av. Enrique Arreola Silva No. 883, 49000. Cd. Guzmán, Jalisco, México.

\* [laura.iniguez@academicos.udg.mx](mailto:laura.iniguez@academicos.udg.mx)





## Abstract

Plants have been used throughout time to obtain food, pharmaceuticals, aromas, food supplements, among others. *Agave* is one of these plants, due to its commercial value. *Agave tequilana* Weber var. azul is one of the main agaves cultivated in Mexico, since the alcoholic fermentation of its must is used to obtain tequila, the country's emblematic beverage. In addition, *Agave* is an important source of fructans, which are fructose polymers that serve as energy storage in plants and have industrial applications. The most studied fructans are those that come from chicory (*Cichorium intybus*). When a person consumes *Agave* fructans, they usually pass through most of the diges-

tive tract. It is in the colon where the fructans begin to undergo changes that bring important benefits to the body. In the large intestine, bacteria begin to degrade them in large portions and metabolize them to produce short-chain acids, carbon dioxide, hydrogen, and methane. Fructans can be called *soluble fiber* because they stimulate the growth of intestinal microbiota. This work presents a compilation of several works that demonstrate the effectiveness of fructans as a potential prebiotic and the effects they bring to intestinal health.

**Key words:** fructans, prebiotic, Mexican *Agave*

---

## Introducción

Químicamente, los fructanos son polisacáridos de fructosa y una glucosa terminal que se pueden clasificar por su estructura en *lineales*, *ramificados* y *cíclicos*; éstos últimos son los menos frecuentes. Algunos ejemplos de estructura lineal son la inulina (enlaces  $\beta$ -2,1) y levano (enlace  $\beta$ -2,6). Los ramificados pueden presentar enlaces  $\beta$ -2,1 y  $\beta$ -2,1, así como los fructooligosacáridos (lineales o ramificados) (Velázquez-Coronado, Mateos-Díaz & Camacho-Ruiz, 2011). Estos compuestos no pueden ser hidrolizados por el sistema digestivo de los humanos, por lo que al llegar al colon son utilizados como sustrato para algunas bacterias colónicas. Por ello reciben el nombre de *prebióticos*. Este tipo de fibra actúa benéficamente sobre un grupo limitado de microorganismos, bacterias ácido lácticas (BAL), estimulando el crecimiento y/o actividad en el colon (Urías-Silvas & López, 2004). Se ha demostrado que la actividad conjunta de prebióticos y BAL estimula el sistema inmunológico y el metabolismo de lípidos; en estudios con animales, principalmente con cáncer de colon, promueven la absorción de calcio (Roberfroid, 2007). En este trabajo se analizaron publicaciones de *Agave* de especie *tequilana* y se revisaron investigaciones de *Agave* de tipo inulina con la finalidad de evaluar su potencial como prebiótico. El objetivo es realizar una revisión bibliográfica sobre las investigaciones publicadas en

distintas fuentes tomando en cuenta los efectos de los fructanos de *Agave* sobre la salud.

## *Agave tequilana* Weber

El *Agave tequilana* Weber var. azul es una especie de importancia económica principalmente porque es la única planta permitida para la producción de tequila. Además, es una fuente potencial de prebióticos (Lopez, Mancilla-Margalli & Mendoza-Díaz, 2003).

## Fructanos de *Agave* y sus características

Las plantas de *Agave* tienen un metabolismo ácido crasuláceo (CAM) (Wang & Nobel, 1998) y los fructanos son productos fotosintéticos generados por las plantas de *Agave* (Lopez, Mancilla-Margalli & Mendoza-Díaz, 2003). Después del almidón, los fructanos son los polisacáridos no estructurales con más presencia en la naturaleza, pues se encuentran en aproximadamente el 15% de las plantas con flores (Velázquez-Martínez *et al.*, 2014). Debido a la composición de los enlaces  $\beta$ , los fructanos no son posibles de digerir por el tracto digestivo superior humano (Kolida & Gibson, 2007).

## Prebióticos

Los prebióticos son carbohidratos resistentes a la digestión gástrica humana y se han definido como un ingrediente fermentado que permite cambios especí-

ficos en la composición y/o actividad en el microbiota intestinal humana, beneficiándola y contribuyendo a la salud del huésped. Los prebióticos actúan en el aumento de biomasa, regulando el tránsito fecal en el colon, la absorción de minerales como el calcio y la producción de péptidos endocrinos, y están relacionados con la inmunidad, la resistencia a las infecciones y en la homeostasis de lípidos (Velázquez-Martínez *et al.*, 2014).

## Inulina

La inulina es un fructano o polímero formado por moléculas de glucosa (Lopez, Mancilla-Margalli & Mendoza-Diaz, 2003). Consiste en una cadena lineal de enlace  $\beta$  (1-2) fructosil-fructosa, terminando con una unidad de glucosa alineada de un enlace tipo sacarosa (Lara-Fiallos *et al.*, 2017). Se ha demostrado que la inulina puede ser fermentada por ciertos grupos bacterianos de la microbiota intestinal; por lo tanto, es reconocida como un prebiótico (Bierdzycka & Bielecka, 2004). La inulina tiene la capacidad selectiva de estimular el crecimiento de grupos bacterianos del colon (bifidobacterias y lactobacilos) y contribuye a la disminución de especies patógenas como *Escherichia coli* y *Clostridium spp.* (Gibson, 1999).

## Fructooligosacáridos

Los fructooligosacáridos (FOS) son obtenidos a partir de la hidrólisis enzimática de la inulina (Ramírez-Hilguera, 2010). Se distinguen de la inulina por el grado de polimerización: mientras que los FOS contienen de tres a diez unidades monoméricas, la inulina llega a poseer de diez a sesenta unidades (Bierdzycka & Bielecka, 2004).

Los FOS pueden ser fermentados, por lo que se les atribuyen efectos prebióticos en el colon, produciendo ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y el crecimiento de bacterias benéficas. Finalmente, al tener la capacidad de fermentar rápidamente, puede producir fibras como scFOS (cadenas cortas de fructooligosacáridos), que promueven la saciedad y control del apetito (Hess *et al.*, 2011). La principal función como prebiótico es la estimulación de grupos bacterianos de géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, mientras que a los grupos patógenos potenciales (*E. coli* y *Salmonella spp.*) los mantiene en niveles relativamente bajos en el intestino delgado (Xu *et al.*, 2003).

## Microbiota intestinal humana

La microbiota intestinal es el conjunto de comunidades de microorganismos de un individuo hospedador (Simon & Gorbach, 1986). En el jugo gástrico se encuentra un contenido bajo (alrededor de  $1 \times 10^4$  bacterias/mL) debido a la acidez del medio; la concentración de bacterias incrementa a lo largo del intestino delgado, desde  $10^4$  bacterias/mL en el duodeno, y en el íleon terminal puede llegar hasta  $10^7$  bacterias/mL (Guarner & Malagelada, 2003). La microbiota es Gram positiva y aeróbica; las especies aisladas comúnmente son los *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, entre otras del tipo (Simon & Gorbach, 1986).

Estudios con colonización intestinal controlada han identificado tres funciones primarias de la microbiota intestinal: (1) función de nutrición y metabolismo como resultado de procesos bioquímicos, que consiste en recuperación de energía en forma de ácidos grasos de cadena corta, síntesis de vitaminas y efectos beneficiosos en la absorción de calcio y hierro en el colon; (2) función de protección, previniendo la invasión de agentes extraños o sobrecrecimiento de especies con potencial patógeno, y (3) funciones tróficas en la proliferación y diferenciación del epitelio intestinal, así como en el desarrollo y modulación del sistema inmunitario (Guarner & Malagelada, 2003).

## Efecto en la microbiota intestinal

Los prebióticos previenen la colonización de microorganismos patógenos que se hospeden en el intestino debido a la estimulación de bacterias beneficiosas como *Bifidobacterias* y *Lactobacillus* (Tochio *et al.*, 2018). Además, el intestino delgado contiene enzimas que no pueden digerir la inulina debido a la configuración  $\beta$  del C2 anomérico en los monómeros de fructosa; éstos son fermentados en el intestino grueso de modo selectivo a las bacterias probióticas que forman parte de la microbiota intestinal (Pérez Cruz, Martínez García & Armas Ramos, 2019).

Los géneros antes mencionados pueden utilizar una amplia variedad de oligosacáridos, en especial los fructooligosacáridos; sin embargo, las funciones metabólicas dependen del grado de polimerización. El crecimiento de ambos géneros bacterianos con 1-ketosa (GP3) es significativamente mayor en comparación a la nistosa (GP4) (Ose *et al.*, 2018).

Hay evidencia de que la 1-kestosa mostró un efecto prebiótico significativo en *Faecalibacterium prausnitzii* en el intestino humano, produciendo un efecto antiinflamatorio debido a que esta cepa crea butirato (Tochi *et al.*, 2018).

## Aplicación de los fructanos de *Agave* como prebióticos

### Efectos de los fructanos de tipo inulina en la obesidad

La obesidad es una patología que se ha vuelto común entre los seres humanos y ha estado presente desde tiempos antiguos. Durante el paso del tiempo se ha mantenido e incrementado por factores genéticos y estilos de vida, hasta convertirse en una pandemia con efectos crónicos sobre la salud (Sinh *et al.*, 2017). La obesidad es la principal causa de mortalidad de la cual se derivan otras enfermedades crónicas como diabetes mellitus, hipertensión, problemas cardiovasculares y dislipemia (Barrientos-Gutiérrez *et al.*, 2018).

Aunque las dietas bajas en calorías (1000-1500 Kcal), con la ayuda de ejercicio, son el primer tratamiento y ayudan a controlar el peso, no son suficientes. Por lo tanto, las personas obesas ven como opción alterna o complementaria el uso de fármacos terapéuticos para conseguir una masa corporal menor, estable y saludable (Lattimer & Haub, 2010). Las *Bacteroidetes* y los *Firmicutes* son las poblaciones dominantes de bacterias beneficiosas (Kalliomäki *et al.*, 2008). En las personas obesas, la proporción relativa de *Bacteroidetes* se reduce en comparación a la de una persona delgada (Ley *et al.*, 2006); con esto en cuenta, el consumo de prebióticos podría recuperar el equilibrio de la microbiota intestinal y aportar una mayor proporción de bifidobacterias y una menor de *Staphylococcus aureus*. De ahí su importancia para el tratamiento contra la obesidad y su consideración futura como una alternativa no farmacéutica (Pérez Cruz, Martínez García & Armas Ramos, 2019).

En un ensayo controlado a doble ciego durante 16 semanas, a niños con sobrepeso u obesos en un ran-

go de edad de 7 a 12 años se les suministró inulina enriquecida con oligofructosa (8 g/día), lo que provocó una alteración selectiva en la microbiota intestinal y una reducción significativa de la puntuación Z del peso corporal, el porcentaje de grasa corporal y el nivel sérico de interleucina 6, del cual hay registro de incremento en personas obesas (Nicolucci *et al.*, 2017). En otro estudio en 28 voluntarios con un índice de masa corporal mayor a 30 kg/m<sup>2</sup>, el consumo de fructanos de *Agave* complementando una dieta de bajas calorías (1000-1500 Kcal) demostró ser un tratamiento alternativo no farmacológico para la obesidad al provocar una disminución de la circunferencia de la cintura y cadera 10% mayor en comparación con el grupo placebo. La ingesta de los fructanos fue bien tolerada durante las dos semanas que duró el estudio (Padilla-Camberos *et al.*, 2018).

## Discusión

De acuerdo a esta investigación, se ha evidenciado que los fructanos de *Agave* en general de tipo inulina y los fructooligosacáridos en particular, al ser fermentados en el tracto gastrointestinal, producen ácidos grasos de cadena corta, los cuales favorecen el desarrollo de bacterias benéficas en la microbiota. Se ha demostrado en diversos estudios que éstos actúan como prebióticos reduciendo patógenos y aumentando la concentración de bacterias probióticas. Adicionalmente, los ácidos grasos de cadena corta regulan el metabolismo de lípidos y la saciedad, por lo que representan una alternativa a futuro de suplementos no farmacológicos y de algunos antibióticos. Por lo tanto, los fructanos de *Agave* mexicano son una opción favorable como potencial prebiótico e importantes en la microbiota humana.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen intereses económicos en competencia o relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo informado en este documento. Los autores acuerdan enviar el trabajo para su publicación.

## Referencias

- Barrientos-Gutiérrez, T., Colchero, M.A., Sánchez-Romero, L.M., Batis, C. & Rivera-Dommarco, J. (2018). Posicionamiento sobre los impuestos a alimentos no básicos densamente energéticos y bebidas azucaradas. *Salud Pública de México*, Vol. 60, Núm. 5. doi:10.21149/9534
- Biedrzycka, E. & Bielecka, M. (2004). Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3-4), 170-175. doi:10.1016/J.TIFS.2003.09.014
- Gibson, G.R. (1999). Nutritional and health benefits of inulin and oligofructose dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. *J Nutr*, 129, 1438-1441. <https://academic.oup.com/jn/article/129/7/1438S/4722586>
- Guarner, F. & Malagelada, J.R. (2003). Gut flora in health and disease. *Lancet*, 361(9356), 512-9. doi:10.1016/S0140-6736(03)12489-0
- Hess, J.R., Birkett, A.M., Thomas, W. & Slavin, J.L. (2011). Effects of short-chain fructooligosaccharides on satiety responses in healthy men and women. *Appetite*, 56(1), 128-134. doi:10.1016/J.APPET.2010.12.005
- Kalliomäki, M., Collado, M.C., Salminen, S. & Isolauri, E. (2008). Early differences in fecal microbiota composition in children may predict overweight. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 87, Issue. 3, 534-538. doi:10.1093/ajcn/87.3.534
- Kolida, S. & Gibson, G.R. (2007). Prebiotic capacity of inulin-type fructans. *The Journal of Nutrition*, Vol. 137, Issue 11, 2503S-2506S. <https://academic.oup.com/jn/article/137/11/2503S/4664496>
- Lara-Fiallos, M., Julián Ricardo, M.C., Pérez-Martínez, A., Benites-Cortés, I. & Lara-Gordillo, P. (2017). Avances en la producción de inulina. *Tecnología Química*, vol. XXXVII, núm. 2, 220-238.
- Lattimer, J.M. & Haub, M.D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 1266. doi:10.3390/NU2121266
- Ley, E.T., Turnbaugh, P.J., Klein, S. & Gordon, J.I. (2006). Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity. *Nature*, 444(7122), 1022-1023. doi:10.1038/4441022A
- Lopez, M.G., Mancilla-Margalli, N.A. & Mendoza-Diaz, G. (2003). Molecular Structures of Fructans from *Agave tequilana* Weber var. azul. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), 7835-7840. doi:10.1021/jf030383v
- Nicolucci, A.C., Hume, M.P., Martínez, I., Mayengban, S. Walter, J. & Reimer, R.A. (2017). Prebiotics reduce body fat and alter intestinal microbiota in children who are overweight or with obesity. *Gastroenterology*, 153(3), 711-722. doi:10.1053/J.GASTRO.2017.05.055
- Ose, R., Hirano, K., Maeno, S., et al. (2018). The ability of human intestinal anaerobes to metabolize different oligosaccharides: Novel means for microbiota modulation? *Anaerobe*, 51, 110-119. doi:10.1016/j.anaerobe.2018.04.018
- Padilla-Camberos, E., Barragán-Álvarez, C.P., Diaz-Martinez, N.E., Rathod, V. & Flores-Fernández, J.M. (2018). Effects of Agave fructans (*Agave tequilana* Weber var. azul) on body fat and serum lipids in obesity. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73(1), 34-39. doi:10.1007/s11130-018-0654-5
- Pérez Cruz, E.R., Martínez García, D. & Armas Ramos, R.A. (2019). Fructanos tipo inulina: efecto en la microbiota intestinal, la obesidad y la saciedad. *Gaceta Médica Espirituana*, vol. 21, no. 2. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1608-89212019000200134](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1608-89212019000200134)
- Ramírez Higuera, A. (2010). *Evaluación del efecto prebiótico del aguamiel de maguey (Agave salmiana) en Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* [Tesis para obtener el grado de maestra en Ciencias en Bioprocesos]. Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología. México
- Roberfroid, M. (2007). Prebiotics: the concept revisited. *J Nutr*, 137(3 Suppl 2), 830S-7S. doi:10.1093/jn/137.3.830S
- Simon, G.L. & Gorbach, S.L. (1986). The human intestinal microflora. *Dis Sci*, 31(9 Suppl), 147S-162S. doi:10.1007/BF01295996
- Singh, S.P., Jadaun, J.S., Narnoliya, L.K. & Pandey, A. (2017). Prebiotic oligosaccharides: Special focus on fructooligosaccharides, its biosynthesis and bioactivity. *Applied biochemistry and biotechnology*, 183(2), 613-635. doi:10.1007/S12010-017-2605-2
- Tochio, T., Kadota, Y., Tanaka, T. & Koga, Y. (2018). 1-Kestose, the smallest fructooligosaccharide component,

- which efficiently stimulates *Faecalibacterium prausnitzii* as well as bifidobacteria in humans. *Foods*, 7(9), 140. doi:10.3390/foods7090140
- Urías-Silvas, J.E. & López, M.G. (2004). Efecto prebiótico de los fructanos de Agave. *1er encuentro: participación de la mujer en la ciencia*.
- Velázquez-Coronado, G., Mateos-Díaz, J.C., Camacho-Ruiz, R.M. (2011). Hidrólisis de fructanos de Agave tequilana weber utilizando fructanhidrolasas fúngicas producidas por fermentación sólida. *2do Simposio Regional y 1er Congreso Nacional de Biotecnología y Producción Agrícola Sustentable*.
- Velázquez-Martínez, J.R., González-Cervantes, R.M., Hernández-Gallegos, M.A., Mendiola, R.C., Aparicio, A.R.J. & Ocampo, M.L.A. (2014). Prebiotic potential of Agave angustifolia haw fructans with different degrees of polymerization. *Molecules*, 19(8), 12660-12675. doi:10.3390/molecules190812660
- Wang, N. & Nobel, P.S. (1998). Phloem transport of fructans in the crassulacean acid metabolism species Agave deserti. *Plant Physiology*, Volume 116, Issue 2, February, 709-714. <https://academic.oup.com/plphys/article/116/2/709/6085814>
- Xu, Z.R., Hu, C.H., Xia, M.S., Zhan, X.A. & Wang, M.Q. (2003). Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry science*, 82(6), 1030-1036. doi:10.1093/PS/82.6.1030

# Dosis ENARM

- Ibarra-Núñez, Pedro Josel<sup>1</sup>
- Campos Mariz, Héctor Alejandro<sup>1</sup>
- Galván Escoto, José Alan Fernando<sup>1</sup>
- López Valencia, Karla Alejandra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara. Tonalá, Jalisco, México.

## Medicina Interna

Acude a cita de seguimiento un masculino de 55 años, portador de diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial sistémica de larga evolución. A la exploración física, peso de 80 kg, talla de 165 cm y en fondo de ojo se observan microaneurismas, hemorragias en flama y neovascularización. En exámenes de laboratorio destaca una glucosa en ayuno de 221 mg/dl, hemoglobina glucosilada de 8.4%, creatinina de 1.8 mg/dl, urea de 65 mg/dl y un examen general de orina con glucosuria y proteinuria.

Datos pivote: masculino de 55 años, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, descontrol de diabetes, creatinina 1.8 mg/dl, urea 65 mg/dl, glucosuria y proteinuria.

1. ¿Qué ingesta de proteínas es la recomendada en este caso?

**ALTO**

- a) 0.6 g/kg/día.
- b) 0.8 g/kg/día.
- c) 0.8-1.2 g/kg/día.
- d) 1.5 g/kg/día.

**Respuesta:** 0.8 g/kg/día.

En pacientes con una tasa de filtrado glomerular <60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> y que no se encuentren en diálisis

se sugiere una ingesta diaria de proteínas de 0.8 g/kg. No se recomienda una ingesta muy baja de proteínas (0.6 g/kg/día) (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2019a).

2. Acorde a la ecuación de Cockcroft Gault, ¿cuál es la tasa estimada de filtrado glomerular en este paciente?

**MEDIO**

- a) 82.4 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>.
- b) 62.4 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>.
- c) 52.4 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>.
- d) 42.4 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>.

**Respuesta:** Al sustituir la fórmula con los datos del paciente se obtiene una tasa de filtrado glomerular de 52.4 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>, (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2019a).

### Cuadro 1. Ecuaciones para estimar la tasa de filtrado glomerular

#### Cockcroft Gault

$$\text{Aclaramiento de creatinina Estimado} = \frac{(140 - \text{edad}) \times \text{peso}}{72 \times \text{creatinina en plasma} \times (0.85 \text{ si es mujer})}$$

3. En general, ¿a partir de qué categoría se debe referir a los pacientes con ERC a nefrología?

**BAJO**

- a) G3a.
- b) G3b.
- c) G4.
- d) G5.

**Respuesta:** G4.

Se sugiere referir con el nefrólogo a todos aquellos pacientes con una tasa de filtrado glomerular  $<30$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup> (excepto pacientes  $>80$  años sin progresión de albuminuria y sin planteamiento de tratamiento sustitutivo renal) (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2019a; Long *et al.*, 2012).

## Pediatría

Masculino de cuatro años de edad que se encuentra en urgencias por presentar equimosis y petequias en distintas partes del cuerpo, así como epistaxis de un día de evolución. Al interrogatorio, la madre refiere cuadro gripal hace tres semanas. A la exploración física presenta petequias en encías y extremidades inferiores, sin megalias. Cuenta con laboratoriales: Hb 10.8, VCM 83 fl, HCM 30 pc, plaquetas 17 000. PFH sin alteraciones. EGO hematuria.

Datos pivote: equimosis, petequias, epistaxis, antecedente de infección de vías respiratorias, trombocitopenia.

1. ¿Cuál es el diagnóstico más probable?

**MEDIO**

- a) Síndrome urémico hemolítico.
- b) Púrpura trombocitopénica idiopática.
- c) Púrpura Henoch Schonlein.
- d) Tromboastenia de Glanzmann.

**Respuesta:** Púrpura trombocitopénica idiopática.

La trombocitopenia inmune, también llamada *púrpura trombocitopénica idiopática* (PTI), es una trombocitopenia adquirida causada por autoanticuerpos contra antígenos plaquetarios. Algunos casos están asociados a una infección viral previa o, con menos frecuencia, bacteriana (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2019a). Genera conteo plaquetario inferior a  $100 \times 10^9/L$  y se caracteriza por síntomas hemorrágicos (petequias, púrpura, hemorragias de mucosas tracto urinario, gastrointestinal, cavidad oral, epistaxis, hasta hemorragias graves) (Bussel, 2019).

2. ¿Cuál es el tratamiento de primera línea?

**BAJO**

- a) Inmunoglobulina.
- b) Esplenectomía.
- c) Inmunosupresores.
- d) Glucocorticoides.

**Respuesta:** Inmunoglobulina.

De acuerdo a las guías de ASH 2011, una dosis única de inmunoglobulina humana normal para administración intravenosa (IgIV) a 1g/kg o cursos cortos de corticoesteroides son recomendados en pacientes pediátricos como tratamiento de primera línea. Todas las guías apoyan el uso de corticoesteroides como primera línea de tratamiento. La prednisona (PDN) es frecuentemente efectiva en inducir una adecuada respuesta en pacientes pediátricos cuando se administra a dosis de 1-2 mg/kg por 7-14 días (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2019b).

3. Son indicaciones para iniciar tratamiento, excepto:

**ALTO**

- a) Plaquetas  $<10\ 000/\text{microL}$ .
- b) Hemorragia activa.
- c) Plaquetas  $<20\ 000/\text{microL}$ .
- d) Plaquetas  $<50\ 000/\text{microL}$ .

**Respuesta:** Plaquetas <20 000/microL.

Si hay datos de sangrado o cuenta plaquetaria menor a 20 000, iniciar tratamiento por hematología. Se recomienda iniciar terapia específica para pacientes con diagnóstico reciente y un recuento de plaquetas <20 000/microL, incluso en ausencia de síntomas de sangrado, porque la trombocitopenia puede ser persistente y más grave (Bussel, 2019; Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2019b; García Aranda, Chico Velasco & Valencia Mayoral, 2016).

## Cirugía

Acude al servicio de urgencias paciente femenina de 68 años, quien sufre caída sobre mano izquierda en extensión, presentado dolor intenso en la muñeca y deformidad en dorso de tenedor y edema. Como antecedente, refiere hipertensión arterial de larga evolución en control. A la exploración, muestra desplazamiento a radial hacia dorsal acompañado de limitación funcional.

Datos pivote: Paciente femenina de tercera edad con mayor riesgo de osteoporosis refiere caída en extensión. Clínicamente presenta deformidad en dorso de tenedor con desplazamiento a radial hacia dorsal acompañado de limitación funcional.

1. ¿Cuál es el diagnóstico más adecuado?

**BAJO**

- a) Fractura de Goyrand-Smith.
- b) Fractura de Colles.
- c) Fractura de Galeazzi.
- d) Fractura de Monteggia.

**Respuesta:** Fractura de Colles.

Por la descripción clínica de la deformidad en dorso de tenedor y la cinemática del trauma en hiperextensión de la muñeca, es probable que sea una fractura de

radio distal. Se considera una fractura de rasgo transversal de la epífisis inferior del radio con desviación dorsal de epífisis que al eje lateral de la silueta de un dorso de tenedor (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2010).

2. ¿Cuál es el tratamiento que debería de iniciarse en este paciente?

**MEDIO**

- a) Vendaje simple.
- b) Férula de yeso.
- c) Reducción y yeso.
- d) Quirúrgico.

**Respuesta:** Reducción y yeso.

Al ser una fractura con anulación hacia dorsal, se debe intentar de primera instancia como tratamiento la reducción de la fractura mediante manipulación. Tras reducirse, se colocará yeso para estabilizar de manera externa la reducción (Patel & Nader, 2010).

3. ¿Cuál es la complicación más frecuente?

**ALTO**

- a) Lesión del nervio mediano.
- b) Lesión ligamentaria.
- c) Lesión vascular.
- d) Lesión tendinosa.

**Respuesta:** Lesión ligamentaria.

Las lesiones ligamentarias de la muñeca asociadas con fracturas del radio distal por lo general no son reconocidas, debido a la falta de un perfil diagnóstico confiable. La prevalencia reportada por artroscopia de ligamentos del carpo se ha reportado hasta en un 98% de las fracturas del radio distal. La lesión del complejo del fibrocartílago triangular del carpo se ha reportado hasta en un 78%, mientras que la del ligamento del escapolunar alcanza el 54% (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2010).



## Ginecología y Obstetricia

Femenino de treinta años, G: 4 C: 2 A: 1, cursando con embarazo de 38 semanas de gestación. Se decide programar para cesárea con indicación: cesárea iterativa.

Datos pivote: Antecedente de dos cesáreas previas.

1. Según el caso, ¿cuál es la indicación de cesárea?

**BAJO**

- a) Urgente o electiva.
- b) Clásica.
- c) Corpórea.
- d) Prueba de trabajo de parto.

**Respuesta:** Urgente o electiva.

Clásicamente, para las nulíparas que han sido intervenidas a través de operación cesárea en dos ocasiones se indica en un nuevo embarazo la cesárea iterativa con el fin de evitar alguna complicación, y se decide entre electiva o de urgencia dependiendo de las características que va desarrollando durante el embarazo o de alguna patología aguda (Doherty, 2011).

2. ¿Cuál de las siguientes no es una contraindicación de cesárea?

**MEDIO**

- a) Eclampsia.
- b) Presentación pélvica.
- c) Embarazo gemelar.
- d) Presentación de cara.

**Respuesta:** Embarazo gemelar.

Existen varios antecedentes bien establecidos para indicar cesárea de urgencia: cesárea iterativa, presentación pélvica, sufrimiento fetal, retraso de crecimiento intrauterino, desprendimiento prematuro de placenta normoinsera, placenta previa, presentación de cara, placenta de inserción baja, incisión uterina corporal previa, prolapso de cordón umbilical, hidrocefalia, gemelos unidos, VIH, peso fetal menor de 1500, condilomas vulvares grandes (Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad, 2014).

3. ¿Qué se considera periodo de intergenésico corto?

**ALTO**

- a) <18 meses.
- b) <12 meses.
- c) <24 meses.
- d) <6 meses.

**Respuesta:** <18 meses.

Un estudio de cohorte que incluyó a 1786 mujeres con antecedente de cesárea y periodo menor a 18 y de 18 a 24 meses, concluyó que las pacientes con intervalos menores a los 18 meses tienen una tasa ruptura uterina de 4.8% con riesgo relativo de 3.0 (Cunningham *et al.*, 2014).

## Referencias

- Bussel, J.B. (2019). Immune thrombocytopenia (ITP) in children: Clinical features and diagnosis. *UpToDate*. [https://www.uptodate.com/contents/immune-thrombocytopenia- itp-in-children-clinical-features-and-diagnosis?search=purpura%20trombocitopenica&source=search\\_result&selectedTitle=5~150&usage\\_type=default&display\\_rank=5](https://www.uptodate.com/contents/immune-thrombocytopenia- itp-in-children-clinical-features-and-diagnosis?search=purpura%20trombocitopenica&source=search_result&selectedTitle=5~150&usage_type=default&display_rank=5)
- Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad (Eds.). (2010). *Guía de Práctica Clínica GCP. Diagnóstico y tratamiento de fractura de la diáfisis inferior del radio en los adultos mayores. Evidencias y recomendaciones: guía de práctica clínica*. Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad (Eds.). (2014). *Guía de Práctica Clínica GCP. Reducción de la frecuencia de operación*. Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad (Eds.). (2019a). *Guía de práctica clínica. Prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad renal crónica*. Instituto Mexicano del Seguro Social. <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/335GRR.pdf>
- Coordinación Técnica de Excelencia Clínica & Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad (Eds.). (2019b). *Guía de práctica clínica. Diagnóstico y tratamiento de trombocitopenia inmune primaria*. Instituto Mexicano del Seguro Social. <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/143GER.pdf>
- Cunningham, F., Leveno, K.J., Bloom, S.L., Spong, C.Y., Dashe, J.S., Hoffman, B.L., Casey, B.M. & Sheffield, J.S. (Eds.). (2014). Normal labor. En: *Williams Obstetrics*, 24a edición McGraw Hill. <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1057&sectionid=59789162>
- Doherty, G.M. (2011). *Diagnóstico y tratamiento quirúrgico*, 13a edición. McGraw Hill Lange.
- García Aranda, J.A., Chico Velasco R.G. & Valencia Mayoral, P.F. (2016). *Manual de Pediatría. Hospital Infantil de México Federico Gómez*. McGraw Hill.
- Longo, D.L., Kasper, D.L., Jameson, J., Fauci, A.S., Hauser, S.L. & Loscalzo, J. (Eds.). (2012). *Harrison. Principios de Medicina Interna*, 18a edición. McGraw Hill.
- Patel, V.P. & Nader, P. (2010). Complications of distal radius fracture fixation. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*, 68(2), 112-8. [Http://hjdbulletin.org/files/archive/pdfs/284.pdf](http://hjdbulletin.org/files/archive/pdfs/284.pdf).





UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE TONALÁ

