

Revista Latinoamericana de Difusión Científica
Volumen 7 – Número 13
Depósito Legal ZU2019000058 - ISSN 2711-0494

Revista Latinoamericana de Difusión Científica



Volumen 7 - Número 13
Julio – Diciembre 2025
Maracaibo – Venezuela

Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos en la alimentación moderna

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15844236>

Damián Galindo-Hernández*
Fernanda Castellanos-López**
Maydalid Toledo-Clemente***
Paola Taydé Vázquez-Villegas****
Anayancy Lam-Gutiérrez*****

RESUMEN

Este artículo tiene como finalidad analizar el impacto de los compuestos bioactivos en la alimentación moderna, con énfasis en su potencial funcional y su papel en la salud humana. A partir de una detallada revisión bibliográfica de publicaciones científicas y técnicas recientes, se describieron las principales características químicas y fisiológicas de compuestos como flavonoides, carotenoides y ácidos grasos omega-3, así como su distribución en alimentos convencionales y subproductos agroindustriales. La metodología empleada permitió identificar sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios y cardioprotectores. Por otro lado, se analizaron las tendencias alimentarias actuales enfocándose en el desarrollo de alimentos fermentados, con énfasis en el aporte de probióticos. Además, se examinaron métodos actuales de extracción y tendencias emergentes en biotecnología alimentaria, destacando enfoques como la nutrición personalizada. Los resultados obtenidos evidencian que la integración estratégica de estos compuestos representa una vía efectiva para incrementar el valor nutricional de los productos alimenticios, responder a las nuevas demandas del consumidor y fomentar una alimentación más saludable y sostenible. Se concluye que el aprovechamiento de compuestos bioactivos constituye una oportunidad relevante para la innovación tecnológica en la industria alimentaria y el desarrollo de productos con propiedades funcionales diferenciadas.

PALABRAS CLAVE: Compuesto químico, Fitoquímica, Química experimental, Nutrición, Biotecnología, Tecnología alimentaria.

*Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa. Carretera Panamericana km 995, Cintalapa de Figueroa, Código Postal 30400, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7415-3063>. E-mail: galindodamian2@gmail.com

**Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4319-8041>. E-mail: castellanosfernandayuriko@gmail.com

***Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0790-9979>. E-mail: cruzmatocle@gmail.com

****Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3606-9264>. E-mail: ptayde@cintalapa.tecnm.mx

*****Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9124-5721>. Autor de correspondencia: Alam@cintalapa.tecnm.mx; ibq_lam@hotmail.com

Recibido: 30/04/2025

Aceptado: 18/06/2025

Natural Chemistry: The Impact of Bioactive Compounds on Modern Food

ABSTRACT

This article aims to examine the impact of bioactive compounds on modern nutrition, emphasizing their functional potential and role in human health. Based on a detailed review of recent scientific and technical literature, key chemical and physiological properties of compounds such as flavonoids, carotenoids, and omega-3 fatty acids are described, along with their occurrence in conventional foods and agro-industrial by-products. The methodology allowed for the identification of their antioxidant, anti-inflammatory, and cardioprotective effects. In addition, current dietary trends were analyzed, focusing on the development of fermented foods and the contribution of probiotics. Contemporary extraction methods and emerging trends in food biotechnology were also explored, particularly innovations related to personalized nutrition. The findings indicate that the strategic integration of these compounds offers an effective pathway to enhance the nutritional value of food products, meet evolving consumer demands, and promote healthier and more sustainable eating habits. It is concluded that the utilization of bioactive compounds represents a significant opportunity for technological innovation in the food industry and for the development of differentiated functional products.

KEYWORDS: Chemical compound, Phytochemistry, Experimental chemistry, Nutrition, Biotechnology, Food technology.

Introducción

La relación entre la alimentación y la salud humana ha sido ampliamente reconocida tanto en contextos tradicionales como en investigaciones de índole científica. Por lo que se ha demostrado que una dieta equilibrada no solo contribuye a la prevención de enfermedades crónicas, sino que también favorece el bienestar general y puede extender la esperanza de vida. Parte importante de estos beneficios se atribuye a los compuestos bioactivos presentes de manera natural en diversos alimentos, entre ellos frutas, vegetales, especias y plantas medicinales. Así como aquellos de origen animal, microbiano, fúngico y de algas.

Es bien sabido que, desde tiempos antiguos, las civilizaciones han recurrido asiduamente a la naturaleza no solo como fuente de sustento, sino también como recurso para el tratamiento de afecciones mediante el consumo de productos vegetales. Esta sabiduría ancestral, transmitida a lo largo de generaciones, ha encontrado respaldo en estudios actuales que confirman la presencia de moléculas con actividad fisiológica específica capaces de modular procesos inmunológicos, antioxidantes e inflamatorios. Un ejemplo popular de este conocimiento tradicional es el dicho “una manzana al día mantiene alejado al médico”, que hoy encuentra fundamento en la evidencia científica sobre los beneficios de los polifenoles, carotenoides y otros metabolitos secundarios presentes en frutas y verduras.

En este contexto, este artículo examina el origen natural y la función de diversos compuestos bioactivos en alimentos de consumo cotidiano, así como su potencial en la promoción de la salud. Además, se analiza cómo la industria alimentaria ha comenzado a integrar estos componentes en el desarrollo de alimentos funcionales, los cuales buscan ir más allá de la nutrición básica, ofreciendo beneficios adicionales que contribuyen al bienestar integral del consumidor.

1. Compuestos bioactivos: Los héroes ocultos de los alimentos

Desde hace décadas, los compuestos bioactivos han estado presentes en nuestra alimentación diaria, aunque no siempre se les reconoció por sus beneficios más allá del aporte nutricional. Fue alrededor de los años ochenta cuando el gobierno japonés, frente al aumento en la esperanza de vida y los crecientes costos del sistema de salud, propuso una estrategia innovadora: aprovechar los alimentos como herramientas para mejorar la salud de la población. Así nació el concepto de *alimentos funcionales*, es decir, aquellos que, además de nutrir, pueden contribuir positivamente al funcionamiento de procesos específicos del organismo. (Tejedor, 2020)

Los alimentos aportan nutrientes esenciales para la vida y la producción de energía, lo que permite realizar diversas actividades diarias, es por ello que, además de los nutrientes, los alimentos contienen otros compuestos, algunos con efectos tóxicos o propiedades antinutrientes, mientras que otros, conocidos como compuestos bioactivos, pueden ser beneficiosos para la salud (tabla 1).

1.1. Clasificación y principales fuentes dietarias de compuestos bioactivos

Tabla 1. Clasificación y principales fuentes dietarias de compuestos bioactivos.
(Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, 2020)

Familia de compuestos bioactivos	Estructura	Principales compuestos	Fuentes alimentarias
Polifenoles	Compuesto con más de un grupo fenol en su estructura	Quercetina, catequinas, resveratrol, hidroxitirosol, miricetina, taninos, fisetina, kaempferol	Cebollas, té verde, arándanos, frambuesas, maqui, calafate, vino, uvas, aceite de oliva, manzanas, cacao
Carotenoides	Compuestos pigmentados de origen vegetal, en su mayoría tetraterpenoides (con 40 átomos de carbono) que se derivan de ocho moléculas de isopreno. Se clasifican en carotenos y xantofilas.	Carotenos (insaturados y sin oxígeno estructural): Licopeno, α - y β - caroteno. Xantófilas (con oxígeno estructural): Luteína, zeaxantina, astaxantina.	Tomates, zanahorias, mangos, espinacas, kale, pimientos.
Glucosinolatos	Son S-glicósidos en los que la glicona es b-D-tioglucona y la aglicona es una oxima sulfatada.	Glucorafanina (precursora del sulforafano), sinigrina, glucotropaeolina, gluconastruina.	Familia de las <i>Crucíferas</i> , como brócoli, coliflor, repollo morado, rabanito, rúcula.
Fitoestrógenos	Compuestos no esteroideos que pueden comportarse como agonistas o antagonistas de receptores de estrógenos.	Genisteína, daidzeína, gliciteína	Poroto de soya y sus derivados, legumbres.

1.2. ¿Qué es un compuesto bioactivo y donde lo podemos encontrar?

Los compuestos bioactivos se definen como los componentes de los alimentos que influyen en las actividades celulares y fisiológicas obteniendo, tras su ingesta, un efecto beneficioso para la salud, además se entienden que no son nutrientes y por lo tanto no son esenciales para la vida. Normalmente, estos compuestos bioactivos están en cantidades

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198
muy pequeñas en los alimentos que consumimos habitualmente, provienen de fuentes alimentarias vegetales (Muñoz, 2024).

Los principales componentes bioactivos, se pueden clasificar en tres grandes grupos: terpenoides (carotenoides y esteroides), compuesto fenólicos (flavonoides como los fitoestrógenos o la quercetina) y los compuestos azufrados.

Los compuestos fenólicos y los carotenoides son los principales compuestos bioactivos que se encuentran en frutas y verduras y estos compuestos muestran efectos antioxidantes, antialérgicos, antiartríticos, antiinflamatorios, antimicrobianos y antitrombóticos, además, se afirma que los ácidos fenólicos como el ácido gálico y la quercetina tienen actividad contra la alergia, la hipertensión, la artritis y el cáncer (Jardón-Sánchez, 2020).

2. De la naturaleza al plato: Fuentes de los bioactivos

Es importante comenzar comentando que los compuestos bioactivos no son elaborados dentro de un laboratorio; sino que son regalos que la naturaleza ha estado perfeccionando durante miles de años. El lugar de dónde provienen esas sustancias hace que un alimento sea más que solo calorías, sino una gran variedad de fuentes, como pueden ser, plantas, animales e incluso microorganismos que trabajan en silencio para favorecer la dieta alimentaria humana.

En el contexto de los compuestos bioactivos, las plantas desempeñan un papel fundamental al ser su fuente más abundante y diversa. Por ejemplo, frutos como la granada, las nueces y los cítricos concentran una elevada cantidad de polifenoles, moléculas con capacidad antioxidante (Figura 1) que contribuyen a proteger las células del organismo frente al estrés oxidativo cotidiano (Quiñones et al., 2012). Asimismo, algunas hortalizas como la espinaca contienen carotenoides (Figura 2), pigmentos naturales responsables de sus tonalidades intensas, los cuales también están asociados con la salud ocular (Castenmiller et al., 1999). Las especias, como la cúrcuma, no se quedan atrás: esta raíz aporta curcumina, un compuesto ampliamente estudiado por su potencial antiinflamatorio (Ajanaku et al., 2022). Cabe destacar que no solo los productos agrícolas directos son fuentes de estas sustancias; los residuos agroindustriales también han cobrado relevancia. Subproductos como las cáscaras de uva y de granada, tradicionalmente desechados, hoy

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198 se revalorizan como materias primas prometedoras para extraer compuestos funcionales de interés en la formulación de alimentos con valor añadido (Andrade et al., 2019).

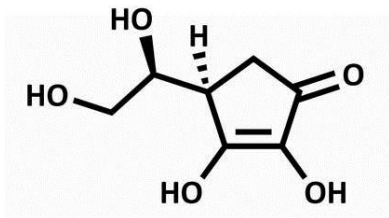


Figura 1. Molécula de ácido ascórbico de vitamina C (Antioxidante).

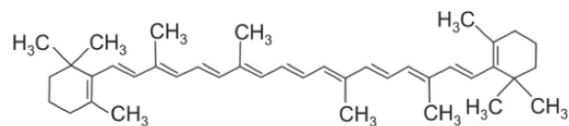


Figura 2. Estructura del β -caroteno

En el ámbito animal, el pescado y las algas se destacan como fuentes importantes de ácidos grasos omega-3 (Figura 3), que son sumamente importantes para el correcto funcionamiento del corazón y el cerebro, mientras que los productos lácteos proporcionan péptidos bioactivos que refuerzan las defensas (Dixit et al., 2023). Por último, pero no menos importante, no se puede olvidar a los microorganismos, estos pequeños aliados que, en alimentos fermentados como el yogur, producen probióticos, cuidando la salud intestinal con cada cucharada (Kussmann et al., 2023).

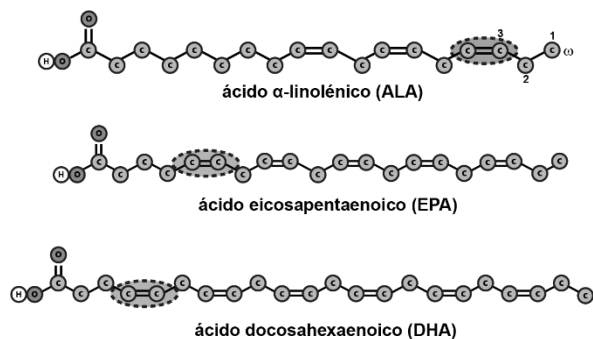


Figura 3. Estructuras de ácidos grasos omega-3

La industria alimentaria ha sabido aprovechar esta diversidad natural, llevando estos compuestos del campo al supermercado en forma de jugos fortificados, snacks saludables e incluso vegetales alternativos (Eastlake, 2025). Así, lo que comienza en una planta bajo el sol o en el océano termina en tu plato, demostrando que la naturaleza sigue siendo la mejor química de todas.

3. Propiedades que curan: El poder químico de la naturaleza

Las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias son fundamentales tanto para la salud celular como para la prevención de enfermedades crónicas, y están estrechamente vinculadas con lo que se consume en la dieta diaria. Los antioxidantes son moléculas que combaten los radicales libres en el cuerpo. Los radicales libres se producen naturalmente en el cuerpo, pero factores como la exposición a toxinas ambientales y una dieta poco saludable pueden aumentar su número. Cuando los radicales libres se acumulan, pueden dañar componentes celulares como el ADN, lo que acelera el proceso de envejecimiento (Aragón, 2019).

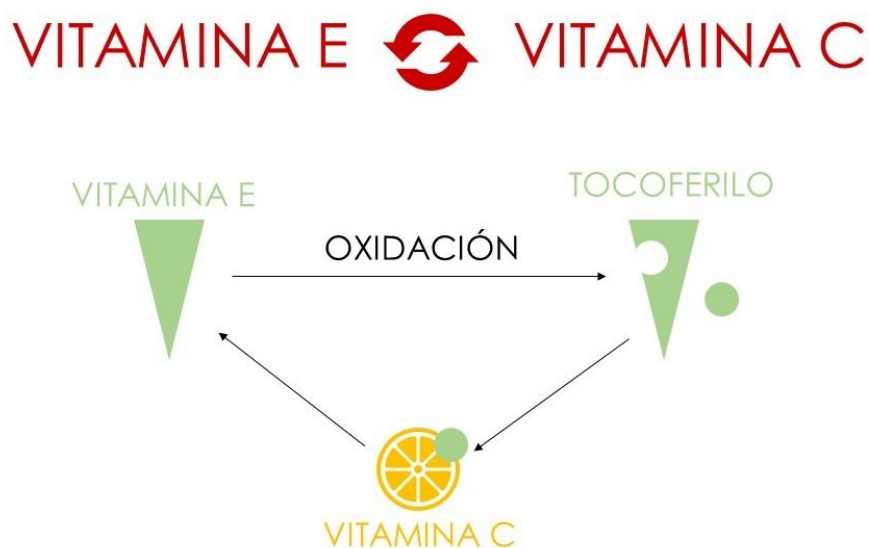


Figura 4. Proceso representativo del ciclo antioxidante de la vitamina E mediante la vitamina C. Imagen tomada de (García Bello, 2019)

Como se muestra en la figura 4, los antioxidantes trabajan en conjunto: la vitamina E protege las membranas celulares de la oxidación y la vitamina C contribuye a mantener su eficacia regenerándola.

Algunos antioxidantes clave incluyen:

- Vitamina C (cítricos, pimientos, kiwi): fortalece el sistema inmunológico y protege la piel.

- Vitamina E (nueces, semillas, aceite de oliva): mantiene la salud celular y previene el daño oxidativo.
- Polifenoles (té verde, cacao, frutas del bosque): favorecen la salud cerebral y cardiovascular.

Los hábitos alimenticios modernos, marcados por el consumo excesivo de alimentos procesados, azúcares refinados y grasas no saludables, pueden tener un impacto negativo en el organismo. Estas elecciones alimenticias están asociadas a procesos inflamatorios que afectan el sistema digestivo, metabólico e inmunológico. Se considera que la inflamación crónica está relacionada con enfermedades como la diabetes, el Alzheimer y problemas cardiovasculares. Para reducir el riesgo de enfermedades, es importante incorporar alimentos antiinflamatorios en la dieta. De acuerdo con Martínez (2008) estos alimentos no solo ayudan a combatir la inflamación crónica, sino que también pueden prevenir enfermedades como la diabetes tipo 2 y afecciones cardiovasculares. Los alimentos como carnes procesadas, dulces y grasas trans son conocidos por desencadenar inflamación al alterar la microbiota intestinal y el sistema inmunológico. Esto puede manifestarse en hinchazón, malestar general y, a largo plazo, enfermedades crónicas. Algunos alimentos con poder antiinflamatorio incluyen:

- Cúrcuma (curcumina): reduce inflamaciones y mejora la salud articular.
- Jengibre: alivia dolores musculares y mejora la digestión.
- Pescados grasos, chía, linaza (Ácidos grasos Omega-3): protegen el corazón y reducen inflamaciones (Leyva, 2024).

4. Carotenoides: Color y salud en tu comida

Los carotenoides son pigmentos orgánicos solubles en grasa que se encuentran de forma natural en algas, plantas y algunas clases de hongos y bacterias. Debido a sus características fisicoquímicas, los carotenoides son responsables de la gran mayoría de los colores verdes, anaranjados o rojos presentes en algunos vegetales y también animales (Yahya et al., 2021).

Durante los últimos años (2005-2011), las pruebas epidemiológicas que apoyan un efecto protector de los carotenoides frente al desarrollo de enfermedades crónicas y

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198

degenerativas han crecido considerablemente. La hipótesis de que nutrientes antioxidantes (β -caroteno, luteína/zeaxantina, licopeno, astaxantina, entre otros) puedan jugar un papel preventivo frente al cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y degeneración macular por la edad se basa en pruebas experimentales que sugieren que estos compuestos funcionan como antioxidantes, moduladores de la respuesta inmune, modificadores de procesos inflamatorios y de transducción de señales entre células. Aunado a esto la distribución preferencial a determinados tejidos, permite el planteamiento de mecanismos biológicos por los cuales estos compuestos pueden disminuir el riesgo de enfermedades crónicas (Jáuregui, 2011).

4.1 Clasificación y beneficios para la salud

Los carotenoides se clasifican en dos grandes grupos según sus grupos funcionales: los carotenos y las xantofilas. Los carotenos son un grupo de carotenoides que contienen únicamente hidrocarburos; por ejemplo, el α -caroteno, el β -caroteno y el licopeno. Las xantofilas son un grupo de carotenoides que contienen oxígeno en su estructura química, como la astaxantina, la luteína y la zeaxantina (tabla 2) (Boonlao et al., 2022).

Los carotenoides también han ganado atención como un componente de la dieta humana, de igual forma, se ha demostrado que los carotenoides específicos tienen diferentes propiedades protectoras contra una variedad de enfermedades debido a sus funciones de la actividad de la provitamina A y sus propiedades antioxidantes en frutas y verduras. La provitamina A influye significativamente en el mecanismo de proliferación y diferenciación celular, y los carotenoides tienen la capacidad de prevenir la generación de radicales libres (moléculas inestables que se producen en el cuerpo como resultado de reacciones bioquímicas, pueden estar relacionados con el envejecimiento y enfermedades) en las células del cuerpo gracias a sus propiedades antioxidantes (Jeevanandam, 2017).

5. Flavonoides: El sabor saludable de las plantas

Todos en algún momento han disfrutado del dulzor de una naranja, el toque ácido de unas uvas o la intensidad de un té, con ellos puedo comentarte que has saboreado algo más que solo un placer pasajero ya que has experimentado el poder de los flavonoides, un grupo de compuestos bioactivos que las plantas producen naturalmente para protegerse y

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198
 que al consumirlos cuidan de nosotros, estos compuestos químicos no solo dan color y sabor a los alimentos, sino que también ofrecen beneficios sorprendentes para la salud (BBC News Mundo, 2019).

Tabla 2. Clasificación, estructura química y bioactividades/efectos beneficiosos para la salud de los carotenoides (Boonlao, 2022).

Clasificación principal.	Subclasificación	Bioactividades/ beneficiosos para la salud
Carotenos	Zanahorias, calabazas, batatas, verduras de hojas verdes, melones.	Provitamina A, antioxidante, anticancerígeno, cardioprotector e inmunomodulador.
	Tomates, sandías, zanahorias	Antioxidante, anticancerígeno e inmunorregulador.
Xantofilas	Salmón, camarones, microalgas, crustáceos	Antioxidante, anticancerígeno y cardioprotector. Reduce el riesgo de enfermedades oculares.
	Salmón, crustáceos, trucha, setas, ciertas bacterias, hongos, levaduras, algas.	Antioxidante, anticancerígeno y cardioprotector.
	Espinacas, lechuga, maíz amarillo, yema de huevo.	Cardioprotector, anticancerígeno, antioxidante y preventivo de enfermedades degenerativas oculares.

Los flavonoides (figura 5) tienen su origen en las entrañas de la naturaleza, debido a que se encuentran en abundancia principalmente en frutas como los cítricos, las bayas y las manzanas, en vegetales como la cebolla o el brócoli, y en delicias naturales como el cacao. Estos compuestos son el resultado de la lucha continua de las plantas contra el sol, los insectos y el estrés ambiental, y esa resistencia se reflejan en propiedades bioactivas extraordinarias generadas por las plantas a través del tiempo. Como poderosos antioxidantes, que ayudan a combatir el daño celular que puede llevar a enfermedades como el cáncer o el envejecimiento prematuro, por otra parte, el efecto antiinflamatorio de estos compuestos y su capacidad para mejorar la circulación los convierten en aliados del corazón, según estudios que han analizado su impacto en la salud humana. La industria alimentaria no ha pasado por alto esta maravilla natural, ya que los flavonoides están detrás

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198 de innovaciones de productos alimenticios enriquecidos que otorgan beneficios a la salud humana, bebidas funcionales con extractos de té verde o jugos de frutas o en productos cotidianos como salsas o postres, se incorporan los compuestos bioactivos para sumar valor nutricional sin sacrificar el sabor (Sánchez , 2024).

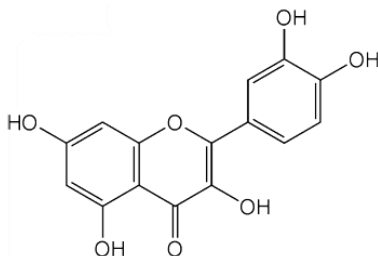


Figura 5. Estructura de Quercetina (Flavonoide)

Lo mejor de todo esto es que no se necesita ser un experto del tema para poder aprovecharlos de manera correcta, ya que cada vez que eliges una fruta colorida o un té aromático, estás permitiendo a estos compuestos llegar hasta tu mesa y de esta manera poder mejorar tu salud. Con base a lo anterior los flavonoides demuestran y enseñan que lo saludable no tiene por qué ser aburrido, además son una prueba clara de lo que la naturaleza puede ofrecernos, la industria alimentaria sigue encontrando formas innovadoras de llevar del campo a tu plato estos componentes que sin duda han revolucionado las formas en las que son aprovechadas.

6. Ácidos grasos omega-3: Un regalo del océano

Los ácidos grasos omega-3 son un área muy activa de investigación de lípidos hoy en día, pero generalmente fueron ignorados durante más de 40 años después del descubrimiento de los ácidos grasos esenciales, a finales de la década de 1920, Herbert Evans y George Burr describieron una enfermedad por deficiencia que se produjo en ratas alimentadas con una dieta libre de grasa. Sin embargo, Burr decidió continuar este trabajo en colaboración con su esposa, Mildred Burr, quien hizo muchas observaciones importantes sobre los efectos fisiopatológicos de la deficiencia de grasa en los animales (Spector & Kim, 2019).

Los ácidos grasos omega-3 (AGO3) son esenciales en cualquier etapa de la vida del ser humano y son imprescindibles para el normal funcionamiento de multitud de procesos bioquímicos, de las membranas celulares, del desarrollo cerebral y de las funciones

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198 fisiológicas del organismo. Los ácidos grasos omega-3 más importantes en la fisiología humana son el ácido alfa-linolénico, el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico (Palacios, 2014).

Estos se encuentran en alimentos como el pescado y la linaza, y en suplementos dietéticos como el aceite de pescado, además, son componentes importantes de las membranas que rodean cada célula del organismo. Las concentraciones de ácido docosahexaenoico son especialmente altas en la retina (ojo) y el cerebro, por otro lado, los omega-3 también aportan calorías para dar al organismo energía y tienen muchas funciones en el corazón, los vasos sanguíneos, los pulmones, el sistema inmunitario y el sistema endocrino (National Institutes of Health , 2022).

6.1 Mecanismos de los ácidos grasos Omega 3

Existen varios mecanismos a través de los cuales los omega 3 actúan en la célula. Algunos empiezan a partir de su incorporación en los fosfolípidos de la membrana celular. Esta incorporación, va a depender de un mayor consumo en la dieta y que sus mayores concentraciones se encuentran en los tejidos de la retina, corteza cerebral y en menor concentración en tejido adiposo, hepático y muscular. El primer mecanismo a través del cual se ha visto mejora algunos daños metabólicos, como la resistencia a la insulina (ligado a la interrupción del paso de glucosa a la célula), es su capacidad de volverla flexible. Este mecanismo hace que algunos de las proteínas incrustadas en la membrana celular que actúan como receptores los vuelve más receptivos a los estímulos externos de la célula. Es el caso del receptor de la insulina que al estar más expuesto con el medio aumenta su sensibilidad y por lo tanto el paso de glucosa hacia la célula, además, otro efecto es el antiinflamatorio por medio del cual se ha visto previene o mejora algunas enfermedades. Un estado inflamatorio es un mecanismo de defensa del organismo debido a estímulos del ambiente (Castellanos & Rodríguez, 2015).

6.2 Principales fuentes alimentarias de Omega-3

Los principales alimentos que contienen omega-3, en orden decreciente de concentración, son:

- Fuentes animales: salmón, arenque, sardinas, atún, anchoa, caballa, merluza, pescadilla, Lambari, corvina;

- Fuentes vegetales: aceite de linaza, linaza, semillas de chía, aceite de canola, nueces, aceite de soja.

La dosis diaria recomendada de omega-3 es de aproximadamente 250 a 500 mg, pero puede variar según la edad, así como para mujeres embarazadas y lactantes (SOLUTIONS IN DIAGNOSTICS, 2024).

6.3 ¿Cuáles son algunos efectos de los Omega-3 en la salud?

Uno de los principales beneficios de la omega-3 es que su consumo ayuda a mejorar la salud cardiovascular de las personas. Se trata de un ácido graso que sirve para reducir los niveles de colesterol LDL, y aumentar los niveles de colesterol HDL, también son conocidos por sus propiedades antiinflamatorias. Su consumo disminuye la producción de eicosanoides proinflamatorios, como las prostaglandinas y leucotrienos, que son sustancias químicas responsables de la inflamación y el dolor, de igual forma, otro de los beneficios de la omega-3 es que brinda protección contra la degeneración macular, una enfermedad ocular relacionada al envejecimiento, que puede provocar la pérdida gradual de la visión (Salud digital de BUPA, s.f.).

7. La ciencia de la extracción: Del laboratorio a la industria

Los compuestos bioactivos que son usados para enriquecer muchos de los alimentos procesados que consumimos no llegan hasta tus manos por arte de magia, detrás de esto existe un proceso científico que combina tradición, innovación y tecnología que pocas veces se difunden. Extraer adecuadamente estas sustancias bioactivas de frutas, plantas o residuos agroindustriales no es solo tarea de triturar y mezclar; todas las etapas a realizar en el proceso son un arte que ha evolucionado durante el pasar de los años desde métodos caseros hasta técnicas sofisticadas que hoy revolucionan la industria alimentaria.

En tiempos no muy lejanos, la extracción dependía de métodos simples como la maceración, que consistía en que remojaban plantas en agua o alcohol durante días para liberar sus compuestos, o la destilación, que generalmente se usaba para capturar esencias de hierbas. Estos procesos eran efectivos pero lentos y al realizarlos regularmente se desperdiciaban partes potenciales de las materias primas (Berwaldt Santos et al., 2022). Hoy la ciencia ha dado un salto adelante con tecnologías como el ultrasonido, que usa ondas sonoras para romper células vegetales en minutos y liberar bioactivos como los

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198 antioxidantes del nopal o los polifenoles de la uva con una eficiencia asombrosa (The Food Tech, 2024b). Otra forma de obtención a destacar es la extracción con fluidos supercríticos, como se muestra en la Figura 6, donde se emplea dióxido de carbono a alta presión para extraer compuestos puros sin dejar residuos tóxicos, ideal para aceites esenciales o proteínas vegetales (Calvo-Garrido , 2021).

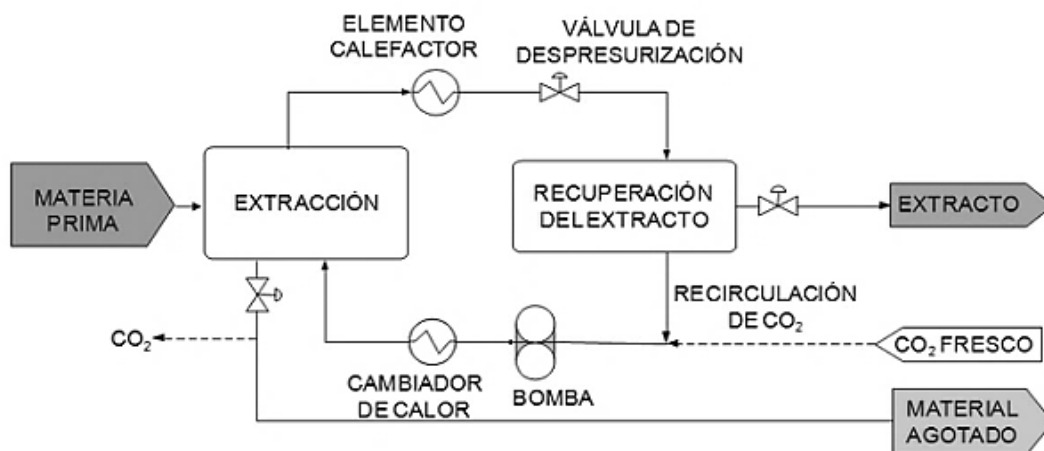


Figura 6. Esquema de un proceso de extracción con CO₂ supercrítico con recuperación del extracto por reducción en la presión. Imagen tomada de Calvo-Garrido (2021).

Pero lo verdaderamente sorprendente ocurre cuando estas técnicas se mejoran para un fin más industrial (Tabla 3), como lo es la nanoencapsulación, que protege los compuestos bioactivos de la acidez del estómago, asegurando que lleguen intactos a tu organismo. Esto ha permitido crear productos como leches fortificadas con omega-3 o jugos con antioxidantes que no pierden su poder con el tiempo (Bazana et al., 2019). Por otro lado, métodos como la extracción asistida por microondas (EAM) y fluidos supercríticos (EAFS) que son métodos que aceleran el proceso, reduciendo el uso de solventes y el impacto ambiental (Wong Paz et al., 2021). En el caso de la extracción por solventes eutécticos, hechos de ingredientes naturales, ofrecen una alternativa sostenible para obtener compuestos bioactivos como lo son los flavonoides que se encuentran en las cáscaras de los frutos cítricos (Carreón-Hidalgo et al., 2024).

Tabla 3. Procesos de extracción convencionales y no convencionales aplicados a residuos cítricos (Wong Paz et al., 2021).

Cítrico	Tipo de extracción	Condiciones	Rendimiento
C. aurantium	Maceración*	Disolventes: etanol:agua (1:1), etanol y agua Tiempo de extracción: 8 h Temperatura: 17 °C a 20 °C	Etanol/agua: 29.28% Etanol: 23.65% Agua: 6.53%
	Extracción asistida por ultrasonido**	Disolventes: etanol:agua (1:1), etanol y agua Tiempo de extracción: poder ultrasonido al 50%, 5 min y poder de ultrasonido al 100% por 30 min. Temperatura: 25 °C a 30 °C	Etanol/agua (50%): 36.92%; Etanol/agua (100%): 41.38% Etanol (50%): 32.74%; Etanol (100%): 40.90% Agua (50%): 43.20%; Agua (100%): 44.94%
	Extracción asistida por microondas*	Disolventes: etanol:agua (1:1), etanol y agua. Tiempo de extracción: 3s a 20 s Temperatura: 80 °C a 85 °C	Etanol/agua: 9.52% Etanol: 30.21% Agua: 22.73%
C. aurantifolia Swingle	Maceración*	Disolventes: 120 mL de solución al 1 % de ácido cítrico. Tiempo de extracción: 1 h. Temperatura: 90 °C	Fenoles totales= 34.00 ± 0.04 – 37.67 ± 0.05 mg/g extracto
	Extracción asistida por microondas*	Disolvente: 60 mL de solución al 1% de ácido cítrico. Tiempo de extracción: 5 min, 800 W. Temperatura: 120 °C	Fenoles totales= 38.00 ± 0.02 – 41.43 mg/g extracto
C. reticulata L.	Maceración*	Disolventes: etanol, metanol, acetona, acetato de etilo (50%, 80%, 100%) Relación material/disolvente: 1:15 w/v Tiempo de extracción: 20 h Temperatura: 40 °C	El rendimiento más alto fue utilizando etanol. 80% etanol= 18.46% 50% etanol= 15.64% 100% acetato de etilo= 5.12%
	Extracción asistida por ultrasonido**	Disolventes: etanol, metanol (50%, 80%, 100%) Relación material:disolvente: 1:20 w/v Tiempo de extracción: 60 min Temperatura: 45 °C Frecuencia: 35 kHz	El rendimiento más alto fue utilizando etanol. 80% etanol= 19.24% 100% metanol= 13.84%
C. medica L. C.	Extracción por agua caliente*	Disolvente: agua precalentada Tiempo de extracción: 24 h. Temperatura: 50 °C	Intervalo entre 18.0% a 21.5%

<i>sinensis L.C.</i> <i>limon L.</i>	Extracción asistida por microondas* *	Disolvente: agua	Intervalo entre tratamientos entre 18.0 % a 21.5%
		Potencia: 10 W	
		MAE 1: 20 min a 80 °C	
		MAE 2: 8 min a 100 °C	
		MAE 3: 20 min a 100 °C	

Nota: *extracción convencional, **extracción no convencional.

Con lo anterior es posible notar que cada pequeño avance en la ciencia de la extracción de estos compuestos naturales es un paso hacia un futuro donde lo que comemos no solo nos nutre, sino que también nos protege.

8. Alimentos del futuro: Innovación con bioactivos

La industria alimentaria siempre ha buscado producir productos enriquecidos con vitaminas, probióticos, polifenoles y otros compuestos bioactivos para mejorar la función fisiológica, aumentar el valor nutricional y brindar salud. Entre los productos alimenticios, los productos lácteos constituyen una parte importante de la dieta de las personas, y debido al alto consumo de productos lácteos, incluido el yogur, el enriquecimiento de este producto reduce o previene eficazmente enfermedades asociadas con deficiencias nutricionales (Abdi-Moghadam et al., 2023).

Es así, como el yogurt es un producto alimenticio en forma de leche procesada a través de un proceso de fermentación que utiliza ciertas bacterias: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. La combinación de las dos bacterias funciona para convertir la lactosa (azúcar de la leche) en ácido láctico, lo que da como resultado una disminución del pH y la formación de coágulos debido a la coagulación de la proteína de la leche por el ácido, lo que da como resultado un sabor distintivo porque contiene componentes del sabor como diacetilo, acetaldehído y dióxido de carbono. Se considera ampliamente un producto saludable y se utiliza para aportar probióticos y prebióticos al consumidor (Mundo Lácteo, 2023).

De esta manera, (Mendoza, 2025) dice que los probióticos, presentes en yogures y kéfires, promueven la salud digestiva al equilibrar la microbiota intestinal. Su impacto se traduce en una mejor digestión y puede ayudar a reducir trastornos gastrointestinales, así como fortalecer el sistema inmunológico.

A continuación, estos son los tipos de yogures probióticos recomendados por los expertos en nutrición:

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198

- Yogur natural. El yogur natural es el yogur con probióticos más recomendado, en su versión sin azúcares añadidos y siempre teniendo en cuenta que sus ingredientes deben ser leche y fermentos lácticos.
- Yogur griego. El yogur griego se caracteriza por su textura cremosa y espesa. Se trata de un yogur en el que se ha filtrado el suero después del proceso de fermentación.
- Kéfir. El kéfir es otro derivado lácteo que parte de la fermentación bacteriana de la leche. Hoy en día está muy presente en los supermercados, pero también es común hacerlo de forma casera.
- Yogur búlgaro. Su origen no se remonta tan atrás como el yogur griego, pero cuenta ya con varios siglos desde que se comenzó a fermentar en tierras búlgaras (Mundo Lácteo, 2023).

Una de las tendencias más prometedoras en el campo de los alimentos funcionales es la **nutrición personalizada**. En lugar de adoptar enfoques generales para la salud y la alimentación, la tecnología está permitiendo una comprensión más profunda de las necesidades nutricionales individuales. El futuro es una incógnita para todos los sectores productivos ante escenarios de crisis económicas y cambio climático, que amenaza la continuidad de ciertas actividades. Los lácteos deben apostar por innovaciones y sumarse a tendencias para poder asegurar su continuidad. El futuro del sector lácteo abarca desde la creación de alternativas lácteas basadas en plantas hasta la implementación de tecnologías puntera en toda la cadena de producción, pasando por mejoras en la calidad nutricional mediante la biotecnología y la sostenibilidad en todos los procesos (Mundo Lácteo, 2024).

9. Reciclaje natural: Bioactivos desde los desechos

Dado que, las estructuras vegetales como la cáscara y las semillas pueden considerarse como una fuente de compuestos bioactivos. La agroindustria produce diariamente residuos como cáscara, semillas. Cuando los residuos no son eliminados de forma adecuada, se convierten en un grave problema ambiental. La economía circular de bioactivos provenientes de desechos se basa en la valorización de residuos orgánicos mediante procesos sostenibles que permiten extraer compuestos de alto valor añadido,

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198 como antioxidantes, antimicrobianos o pigmentos naturales. En lugar de desechar subproductos agroindustriales o alimentarios, estos se reutilizan como materia prima para obtener ingredientes funcionales que pueden ser utilizados en las industrias farmacéutica, cosmética o alimentaria. Este enfoque no solo reduce la generación de residuos y la dependencia de recursos no renovables, sino que también promueve la innovación y el desarrollo de nuevas cadenas de valor sostenibles (Preciado-Saldaña et al., 2022). Por ello, las tendencias actuales son la búsqueda de usos alternativos de los residuos, especialmente los producidos por la agroindustria; una novedosa opción es la búsqueda de compuestos bioactivos con aplicaciones biomédicas. Por ejemplo, entre los residuos se encuentran:

- Cáscaras de café y cacao: En lugar de ser desechadas, estas cáscaras se utilizan para extraer compuestos como ácidos clorogénicos y polifenoles, que ofrecen beneficios antioxidantes y antiinflamatorios. Los residuos del cacao, además, son una rica fuente de flavonoides.
- Frutas (como naranja, manzana, granada, sandía): Las cáscaras contienen altas concentraciones de flavonoides, polifenoles, y fibra. Estos compuestos tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas.

Semillas (de mango, melón, girasol, etc.): Las semillas, a menudo desechadas, son una fuente rica de ácidos grasos omega-3, antioxidantes como los polifenoles, y fibra. Las semillas de uva, por ejemplo, contienen proantocianidinas, compuestos que son conocidos por sus efectos antioxidantes y antienvjecimiento. También ayudan a reducir el riesgo cardiovascular (Vargas y Vargas et al., 2019).

Los residuos agroindustriales (Tabla 4) poseen un elevado potencial como novedosa fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica empleables en la farmacéutica, alimentaria y cosmética han establecido estrategias para una mejor disposición de los residuos agroindustriales, siendo la obtención de extractos ricos en compuestos bioactivos a partir de estos subproductos, una de las más empleadas en los últimos años, y que además les otorga valor agregado (Bonilla-Rodríguez et al., 2023).

Tabla 4. Propiedades de los bioactivos presentes en residuos de frutas y café (Salazar-López et al., 2023).

Producción	Tipo de residuo	Compuestos bioactivos	Propiedades
Manzana	Piel, semilla, corazón, tallos	pectinas, catequinas, procianidinas, glicósidos	Antioxidantes y gelificantes
Limón	Piel, semillas	flavonoides, saponinas, alcaloides, esteroides, terpenoides, ácido cítrico	antioxidantes, antimicrobianos, diuréticos, insecticidas, conservantes
Sandía	Cáscara	licopeno, citrulina, polifenoles	antioxidantes, aditivos alimentarios, colorantes
Café	Residuo de café, cáscara	Polisacáridos compuestos por glucosa, manosa, galactosa y arabinosa, Ácido gálico, Catequina, Cafeico	Fertilizante, antioxidante,

Salazar-López et al. (2023) mencionan que los compuestos fenólicos (CF) extraídos de residuos agroindustriales (RAI) son capaces de promover la salud del consumidor mediante otras acciones, tales como su potencial antiobesogénico, antiinflamatorio, anticancerígeno, entre otros. Estos efectos justifican porqué su obtención a partir de residuos se ha convertido en un campo de interés actual, cuyas aplicaciones se centran en la elaboración de alimentos funcionales y nutraceuticos. Algunos RAI fuente de CF incluyen la cáscara de aguacate, la cáscara de mango, orujo de uva, residuo de café, residuo de la obtención de aceites, restos de frutas tropicales, entre otros.

10. Desafíos y promesas: Hacia una alimentación más saludable

Las sustancias bioactivas revelaron su potencial en la alimentación ya que ayudan a la prevención de enfermedades y la mejora de la calidad de vida. Sin embargo, el camino hacia una dieta más saludable no está libre de obstáculos. A medida que avanzan la ciencia y la industria, las limitaciones están relacionadas con el potencial que podría transformar lo que consumimos hoy en día.

La biodisponibilidad es uno de los mayores desafíos para una alimentación saludable ya que no es suficiente tener alimentos con bioactivos, como el ácido polifenol u omega-3; el organismo debe absorberlos de forma efectiva. En algunos casos, factores como el ácido del estómago o la interacción con otros nutrientes pueden reducir su efectividad, esto es algo que la ciencia aborda a través de la nanoencapsulación y otras técnicas (Pugazhendhi et al., 2025). La regulación es otro de los desafíos importantes ya que muchos países tienen leyes estrictas para alimentos fortificados con bioactivos; por lo que estos productos deben demostrar su seguridad y eficacia antes de ir al mercado, lo que retrasa la innovación dentro de la industria de los alimentos (Vila-Boas et al., 2021). Por otra parte, temas como la sostenibilidad hacen cuestionarnos cómo es posible la obtención de estos compuestos a gran escala sin el desgaste de recursos, sin dañar el medio ambiente o sin la generación de desperdicios, pues esto se está evitando hoy en día gracias a la implementación de técnicas tecnológicas no térmicas y escalables como puede ser la extracción asistida por ultrasonidos (Razola-Díaz, 2024).

Pero con estos desafíos vienen las promesas, la tecnología hoy en día ha permitido crear alimentos personalizados, es decir, alimentos diseñados de acuerdo a lo que cada uno de nosotros necesitamos, gracias a los grandes avances en estos últimos años de la **inteligencia artificial** y a las **ciencias ómicas**, que se encarga de analizar cómo los compuestos bioactivos interactúan con nuestro ADN, con dichos avances pronto podrías beber un jugo no solo para refrescarte, sino porque el fortalecerá tu sistema inmunológico (The Food Tech, 2024a). Por otra parte, la economía circular es una tendencia clara que permite usar a los desechos agrícolas como materia prima para obtener sustancias bioactivas lo que permite minimizar el impacto ambiental (Matiacevich, 2023).

El futuro de la alimentación con compuestos bioactivos es un equilibrio entre abordar cada uno de estos problemas y encontrar su solución más apropiada, pero es importante señalar que estos avances tecnológicos nos acercan a una buena alimentación que equivale a una buena vida, teniendo a la naturaleza y la ciencia como aliadas en este esfuerzo de lograr tener una vida mejor (Villarán-Velasco, 2015).

Conclusión

A lo largo de este recorrido, hemos descubierto que los compuestos bioactivos no solo se encuentran en frutas, hortalizas, plantas, algas, hongos, bacterias sino también en fuentes menos convencionales como subproductos y desechos agroalimentarios. Estos compuestos representan una de las formas más generosas en que la naturaleza contribuye a nuestro bienestar. Gracias al avance científico y tecnológico, hoy en día contamos con herramientas más precisas y eficientes para aprovecharlos de forma segura y sostenible.

La industria alimentaria ha comenzado a integrar de manera cada vez más consciente estas sustancias en el desarrollo de alimentos funcionales, acercando a los consumidores productos que no solo nutren, sino que también previenen enfermedades y promueven una mejor calidad de vida. Si bien todavía enfrentamos retos importantes —como la optimización de procesos de extracción y la garantía de sostenibilidad a lo largo de toda la cadena—, los logros obtenidos hasta ahora nos muestran que es posible transformar nuestra alimentación en una aliada activa de la salud.

La evolución de las técnicas de extracción y aprovechamiento de compuestos bioactivos está cambiando no solo la manera en que nos alimentamos, sino también la forma en que nos relacionamos con el entorno, reforzando el compromiso de cuidar tanto nuestro cuerpo como el planeta que lo sustenta.

Referencias

Abdi-Moghadam, Z., Darroudi, M., Mahmoudzadeh, M., Mohtashami, M., Jamal, A. M., Shamloo, E., & Rezaei, Z. (2023). Functional yogurt, enriched and probiotic: A focus on human health. *Clinical Nutrition ESPEN*, 57, 575–586. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.08.005>

Ajanaku, C. O., Ademosun, O. T., Atohengbe, P. O., Ajayi, S. O., Obafemi, Y. D., Owolabi, O. A., Akinduti, P. A., & Ajanaku, K. O. (2022). Functional bioactive compounds in ginger, turmeric, and garlic. *Frontiers in Nutrition*, 9, Article 1012023. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1012023>

Andrade, M. A., Lima, V., Sanches Silva, A., Vilarinho, F., Castilho, M. C., Khwaldia, K., & Ramos, F. (2019). Pomegranate and grape by-products and their active compounds: Are they a valuable source for food applications? *Trends in Food Science & Technology*, 86, 68–84. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.010>

Antioxidantes [Imagen]. (2019, noviembre 13). Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2019/11/14/la-ciencia-de-la-cosmetica-antioxidante-contra-los-radicales-libres/antioxidantes-33/>

Aragón, R. (2019). Antioxidante. Obtenido de <https://www.esalud.com/antioxidantes/>

Bazana, M. T., Codevilla, C. F., & de Menezes, C. R. (2019). Nanoencapsulation of bioactive compounds: Challenges and perspectives. *Current Opinion in Food Science*, 26, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.03.005>

BBC News Mundo. (2019, agosto 14). Qué son los flavonoides, por qué son buenos y en qué alimentos los puedes encontrar BBC. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49347782>

Berwaldt Santos, M., Sillero, L., Gatto, D. A., & Labidi, J. (2022). Bioactive molecules in wood extractives: Methods of extraction and separation, a review. *Industrial Crops and Products*, 186, 115231. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115231>

Bonilla-Rodríguez, A., Pintag-Fuertes, M. M., & Medina-Ramírez, G. E. (2023). Uso potencial de residuos agroindustriales como fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica. *MediSur*, 21(6), 1322–1330. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000601322

Boonlao, N., Rungsardthong Ruktanonchai, U., & Anal, A. K. (2022). Enhancing bioaccessibility and bioavailability of carotenoids using emulsion-based delivery systems. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 209(Part 2), 112211. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2021.112211>

Calvo-Garrido, L. (2021, junio 29). Extracción mediante CO₂ supercrítico. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/otri/complutransfer-extraccion-mediante-co2-supercritico>

Carreón-Hidalgo, J. P., et al. (2024). Sociedad Mexicana de Biotecnología. <https://smbb.mx/wp-content/uploads/2024/07/Carreon-Hidalgo-et-al.pdf>

Castellanos, L. T. & Rodríguez, M. D. (2015). El efecto de omega 3 en la salud humana y consideraciones en la ingesta. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(1), 90–95. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000100012>

Castenmiller, J. J. M., West, C. E., Linsen, J. P. H., van het Hof, K. H., & Voragen, A. G. J. (1999). The food matrix of spinach is a limiting factor in determining the bioavailability of β -carotene and to a lesser extent of lutein in humans. *The Journal of Nutrition*, 129(2), 349–355. <https://doi.org/10.1093/jn/129.2.349>

Dixit, V., Kamal, S. W. J., Chole, P. B., Dayal, D., Chaubey, K. K., Pal, A. K., Xavier, J., Manjunath, B. T., & Bachheti, R. K. (2023). Functional foods: Exploring the health benefits of bioactive compounds from plant and animal sources. *Journal of Food Quality*, Article 5546753, 1–22. <https://doi.org/10.1155/2023/5546753>

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198

Eastlake, D. (2025, enero 8). Top 20 research trends shaping future food and beverage. Food Navigator. <https://www.foodnavigator.com/Article/2025/01/08/top-20-research-trends-shaping-future-food-and-beverage/>

García Bello, D. (2019, noviembre 14). La ciencia de la cosmética antioxidante contra los radicales libres. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2019/11/14/la-ciencia-de-la-cosmetica-antioxidante-contra-los-radicales-libres/>

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile. (2020). Compuestos bioactivos presentes en alimentos y su importancia en salud humana [Parte I]. <https://portalantioxidantes.com/compuestos-bioactivos-presentes-en-alimentos-y-su-importancia-en-salud-humana-parte-i/>

Jardón-Sánchez, C. C. (2020, febrero 4). Compuestos bioactivos en los alimentos. Tecnosoluciones CR. <https://tecnosolucionescr.net/blog/165-compuestos-bioactivos-en-los-alimentos>

Jáuregui, M. E. (2011, octubre 14). Carotenoides y su función antioxidante. Revista de la Asociación Latinoamericana de Nutrición (ALAN). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2011/3/art-1/>

Jeevanandam, J., Aing, Y. S., Chan, Y. S., Pan, S., & Danquah, M. K. (2017). Nanoformulation and application of phytochemicals as antimicrobial agents. In A. M. Grumezescu (Ed.), *Antimicrobial Nanoarchitectonics* (pp. 61–82). Elsevier.

Kussmann, M., Abe Cunha, D. H., & Berciano, S. (2023). Bioactive compounds for human and planetary health. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1193848. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1193848>

Leyva, J. (2024, marzo 13). Alimentos que te ayudan a prevenir la inflamación causada por excesos. Debate. <https://www.debate.com.mx/salud/Alimentos-que-te-ayudan-a-prevenir-la-inflamacion-causada-por-excesos-20250313->

Martínez, A. (2008, octubre). Efecto de la dieta en la inflamación. *Endocrinología y Nutrición*, 55(8), 353–359. <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-efecto-dieta-inflamacion-cronica-bajo-S1575092208750782>

Matiacevich, S., Soto Madrid, D., & Gutiérrez Cutiño, M. (2023). Economía circular: obtención y encapsulación de compuestos polifenólicos provenientes de residuos agroindustriales. *RIVAR (Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad)*, 10(28), 77–100. <https://doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5343>

Mendoza, C. (2025, marzo11). La revolución de los alimentos. FTSummit. <https://ftsummit.com.ar/la-revolucion-de-los-alimentos-funcionales-que-esperar-en-el-futuro/>

D. Galindo-Hernández et al // Química natural: El impacto de los compuestos bioactivos ... 173-198

Mundo Lácteo. (2023, mayo 27). Los mejores yogures probióticos para cuidar tu flora intestinal. <https://mundolacteo.es/yogur/los-8-mejores-yogures-probioticos-para-cuidar-tu-flora-intestinal>

Mundo Lácteo. (2024, agosto 12). El futuro de los lácteos: Innovaciones y tendencias. <https://mundolacteo.es/leche/el-futuro-de-los-lacteos-innovaciones-y-tendencias>

Muñoz, E. M. (2024, diciembre). Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades. ALAN - Archivos Latinoamericanos de Nutrición. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/>

National Institutes of Health . (2022, Julio 8). Ácidos grasos omega-3. Obtenido de <https://ods.od.nih.gov/>: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-DatosEnEspañol/>

Palacios, S. (2014, enero). Recomendaciones de ingesta de omega-3 en los diferentes periodos de la vida de la mujer. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*, 57(1), 23–30. <https://www.elsevier.es/es-revista-progresos-obstetricia-ginecologia-151-articulo-recomendaciones-ingesta-omega-3-diferentes-periodos-S0304501313001453>

Preciado-Saldaña, A. M., Ruiz-Canizales, J., Villegas-Ochoa, M. A., Domínguez-Avila, J. A., & González-Aguilar, G. A. (2022). Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria: Un acercamiento a la economía circular. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23(2).

Pugazhendhi, A., Alshehri, M. A., Kandasamy, S., Sarangi, P. K., & Sharma, A. (2025). Deciphering the importance of nanoencapsulation to improve the availability of bioactive molecules in food sources to the human body. *Food Chemistry*, 464(Part 3), 141762. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141762>

Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los compuestos fenólicos y su acción cardioprotectora: revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 76–89. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009

Razola Díaz, M. del C. (2024). Extracción de compuestos bioactivos a partir de subproductos alimentarios y posterior uso como ingredientes para la formulación de alimentos enriquecidos (Tesis de licenciatura). Universidad de Granada. <https://hdl.handle.net/10481/97720>

Salazar-López, N. J., Enríquez-Valencia, S. A., Zuñiga Martínez, B. S., & González-Aguilar, G. A. (2023). Residuos agroindustriales como fuente de nutrientes y compuestos fenólicos. *Epistemus (Sonora)*, 17(34), 60-69. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.265>

Salud digital de BUPA. (s.f.). Beneficios del omega 3: ¿por qué es importante incluirlo en una dieta equilibrada? Obtenido de <https://www.bupasalud.com.mx/>: <https://www.bupasalud.com.mx/salud/beneficios-omega3>

Sánchez, E. (2024, diciembre 12). ¿Qué son los flavonoides? AINIA. <https://www.ainia.com/ainia-news/que-son-flavonoides/>

SOLUTIONS IN DIAGNOSTICS. (2024, 10 de julio). Omega-3: Para qué sirve y cuáles son sus beneficios. SYNLAB. <https://www.synlab-sd.com/es/blog/salud-y-bienestar-es/omega-3-cuidando-de-su-salud-cardiovascular-y-cerebral/>

Spector, A. A., & Kim, H. Y. (2019). Emergence of omega-3 fatty acids in biomedical research. *Prostaglandins, Leukotrienes, and Essential Fatty Acids*, 140, 47–50. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2018.11.017>

Tejedor, A. G. (2020, noviembre 11). Qué son los componentes bioactivos de los alimentos y cómo pueden afectar a nuestra salud. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-54889315>

The Food Tech. (2024, diciembre 20 a). Integración de tecnologías ómicas en la mejora de perfiles nutricionales de alimentos procesados. The Food Tech. Recuperado el 4 de julio de 2025, de <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/integracion-de-tecnologias-omicas-en-la-mejora-de-perfiles-nutricionales-de-alimentos-procesados/>

The Food Tech. (2024, noviembre 26 b). Ultrasonido de alta potencia: Innovaciones en la extracción de compuestos bioactivos para la industria alimentaria. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/ultrasonido-de-alta-potencia-innovaciones-en-la-extraccion-de-compuestos-bioactivos-para-la-industria-alimentaria/>

Vargas y Vargas, M. de L., Figueroa Brito, H., Tamayo Cortez, J. A., Toledo López, V. M., & Moo Huchin, V. M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: Análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 26(2), 1–9. <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>

Vilas-Boas, A. A., Pintado, M., & Oliveira, A. L. S. (2021). Natural Bioactive Compounds from Food Waste: Toxicity and Safety Concerns. *Foods* (Basel, Switzerland), 10(7), 1564. <https://doi.org/10.3390/foods10071564>

Villarán-Velasco, M. C. (2015, octubre 16). La alimentación, la tecnología y la salud. Tecnalía. Recuperado el 4 de julio de 2025, de <https://www.tecnalia.com/blog/alimentacion-tecnologia-salud>

Wong Paz, J. E., Aguilar Zárate, P., Veana, F., & Muñiz Márquez, D. B. (2020). Impacto de las tecnologías de extracción verdes para la obtención de compuestos bioactivos de los residuos de frutos cítricos. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico Biológicas*, 23(1), 15–28. <https://doi.org/10.22201/iqim.18704467e.2020.23.1.68710>

Yahya, M., Bouziani, A., Ocaik, C., Seferoğlu, Z., & Sillanpää, M. (2021). Organic/metal-organic photosensitizers for dye-sensitized solar cells (DSSC): Recent developments, new trends, and future perceptions. *Dyes and Pigments*, 192, 109227. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2021.109227>

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Copyright

La Revista Latinoamericana de Difusión Científica declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

Licencia CreativeCommons

Esta obra está bajo una Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

