

Alimentos funcionales y nutraceuticos. El papel que juegan en la salud

Functional Foods and Nutraceuticals: Their Role in Health

Nancy Carapia-Vega¹, Rosa Evelin Fonseca-Valtierra², Karla Valeria Navarro-Díaz de León², Goretti Montserrat Saavedra-Triana², Carolina Escobedo-Martínez^{1,*}

¹ Departamento de Farmacia, División de Ciencias Naturales y Exactas. Campus Guanajuato. Universidad de Guanajuato.
n.carapiavega@ugto.mx¹, c.escobedo@ugto.mx^{1,*}

² Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud. Campus León. Universidad de Guanajuato.
re.fonsecavaltierra@ugto.mx², kv.navarrodiadzeleon@ugto.mx², gm.saavedratriana@ugto.mx²

Resumen

Las enfermedades crónico-degenerativas son una preocupación constante debido a su alta prevalencia y su impacto significativo en la salud pública y la calidad de vida de los mexicanos. Por ello, esta revisión tiene como objetivo identificar algunos de los principales alimentos funcionales y nutraceuticos de la cultura mexicana que puedan utilizarse como alternativa dentro del estilo de vida de los mexicanos y que, a su vez, reduzcan el riesgo a desarrollar enfermedades. Se realizó una revisión de los últimos 10 años y se seleccionaron alimentos de las familias de granos y semillas (avena, amaranto, linaza, cacao, semilla de calabaza), rizomas (cúrcuma, jengibre) y legumbres (alfalfa). Se encontró que estos alimentos contienen compuestos bioactivos que poseen propiedades benéficas a la salud, tales como antioxidantes, antiinflamatorios, hipocolesterolémicos, antimenopáusicos, antimicrobianos e incluso anticancerígenos. Paralelamente, promueven el equilibrio de la microbiota intestinal y de la salud neuronal. De esta forma, los alimentos funcionales y los nutraceuticos representan una nueva perspectiva en el concepto de alimentación, reduciendo el riesgo a desarrollar enfermedades e incluso formar parte de una terapia medicinal.

Palabras clave: Nutraceuticos; Alimento funcional; Biomolécula; Inflamación.

Introducción

En la era pospandémica, se requiere un suministro suficiente de alimentos nutritivos y seguros para sustentar la vida y promover la buena salud. Por lo que se vuelve importante explorar las especies de cultivos subvalorados (1). El descubrimiento de diferentes compuestos bioactivos, extraídos de fuentes alimentarias, puede abrir un nuevo campo para la obtención de alimentos funcionales y/o nutraceuticos (2).

Prácticamente todas las sustancias que se han obtenido de las plantas a lo largo de la historia para usos no alimentarios se consideran productos del metabolismo secundario (fitoquímicos). Los metabolitos secundarios son abundantes en organismos que no tienen sistema inmunológico y, con frecuencia, tienen color, olor, sabor y actividad biológica (3). A diferencia del metabolismo primario (proteínas, carbohidratos y lípidos), el secundario presenta una gran variabilidad debido a la diversidad de funciones que realizan en las plantas. Químicamente, se clasifican en tres grupos principales: terpenoides, compuestos fenólicos y compuestos de nitrógeno (4). Los fitoquímicos se caracterizan por sus actividades biológicas que promueven la salud humana y se utilizan como una forma de prevenir o tratar una variedad de enfermedades.

La terapia farmacológica utiliza xenobióticos (v.g. penicilina), medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE) y los inhibidores del bomba de protones (v.g. omeprazol); sin embargo, esta terapia tradicional puede dañar la homeostasis del microbioma. Investigaciones recientes han demostrado que las alteraciones de la microbiota (disbiosis) se asocian con determinadas condiciones patológicas, es decir, el descenso de la diversidad microbiana contribuye al desarrollo de enfermedades. Además, los metabolitos secundarios producidos por la microbiota, como los ácidos grasos de cadena corta y otras moléculas bioactivas, contribuyen a combatir el estrés oxidativo y fomentan condiciones metabólicas e inmunológicas beneficiosas tanto en el entorno intestinal como a nivel sistémico (5).

En las últimas décadas, el uso de alimentos funcionales y nutraceuticos ha aumentado considerablemente a nivel mundial, impulsado por el creciente interés en productos naturales y sus posibles beneficios para la salud (6). El término "alimento funcional" fue propuesto en Japón en 1980. Según The European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe (FUFOSE), un alimento funcional puede ser natural o modificado mediante la adición o eliminación de componentes, y se consume como parte de la dieta diaria. Estos alimentos tienen efectos metabólicos y fisiológicos demostrados, útiles para mantener una buena salud física y mental, y reducir el riesgo de enfermedades crónico-degenerativas; además pueden ejercer efectos prebióticos en la regulación de la homeostasis de la microbiota intestinal (7,8). En cambio, los alimentos nutraceuticos son aquellos que, sin ser modificados, contienen principios activos que se utilizan no solo para la nutrición, sino también como alternativas que ofrecen protección contra enfermedades crónicas (6). El término "nutraceutico" fue acuñado por Stephen De Felice en 1989 y deriva de "nutrición" y "farmaceutico." Según De Felice, un nutraceutico se define como "un alimento (o una parte de un alimento) que proporciona beneficios médicos o de salud, incluyendo la prevención y/o tratamiento de enfermedades (6, 9).

Granos y semillas

El término "grano" se utiliza en agricultura para referirse a una semilla cuando su destino es consumo humano. Este término abarca los cereales de la familia *Poaceae* (por ejemplo, avena, maíz, etc.), las legumbres de la familia *Fabaceae* (alfalfa, frijol, lentejas, etc.) y las semillas oleaginosas (soya, girasol, linaza, etc.) (10).

Las semillas de las familias *Amaranthaceae* (por ejemplo, amaranto y quinua) y *Cucurbitaceae* (semillas calabaza y melón) también se utilizan como granos. Sin embargo, a las primeras se los denomina generalmente pseudocereales, ya que, en comparación con los cereales básicos, tienen una anatomía diferente: tienden a tener más embrión (que acumula proteínas y lípidos) y menos endospermo (que acumula almidón) (Fig.1) (1).

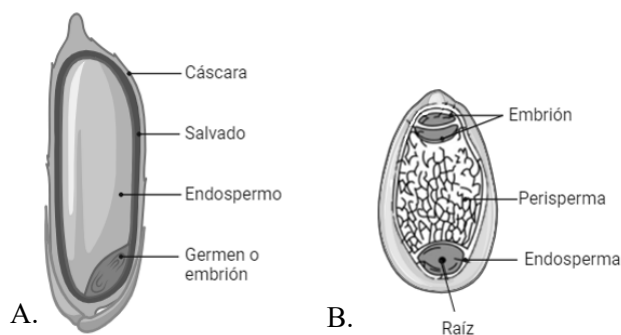


Figura 1. A. Esquema de la sección transversal de la semilla de arroz (cereal). B. Esquema de la sección transversal del grano de amaranto (pseudocereal).

Avena.

La Avena es un cereal derivado de la planta herbácea perteneciente a la familia *Poaceae* (gramíneas), que crece en climas frescos y húmedos (11, 12, 13). Esta planta tiene 27 especies o subespecies conocidas (13), tanto silvestres como cultivos anuales (*Avena Sativa*/Avena blanca) (15), lo que coloca a este cereal en el sexto más producido en todo el mundo (11).

Según algunos estudios, el uso de la avena se remonta alrededor del año 2000 a. C., tras un periodo prolongado del empleo del trigo y la cebada. Desde entonces, su producción se ha sido parte de la alimentación tanto de animales como del hombre, siendo actualmente un cereal multifuncional que genera 70% de forraje para ganado y 30% consumo humano (13).

Los granos enteros son la presentación más consumida de este cereal (16); sin embargo, también es común encontrarla en presentaciones como avena triturada y harina de avena. Estos productos han ganado popularidad en la industria alimenticia e incluso en casa, en preparaciones saludables como gachas de avena (papilla de avena a base de agua/ leche), barras de granola, leche de avena y otras recetas de horneados como pasteles, galletas y pan (13).

La *Avena sativa* se caracteriza por generar saciedad y retrasar la absorción de nutrientes por su contenido de fibra soluble (12). Así mismo, es una excelente fuente de proteínas de alta calidad, carbohidratos, fibras dietéticas como el β -glucano, grasas, y minerales (11). Otros componentes importantes son los polifenoles (avenantramidas) (16), flavonoides, ácidos fenólicos, fitoesteroles (avenasterol), saponinas (avenacósido) y tocoferoles (vitamina E) (15, 12). Los β -glucanos (Fig. 2) son polisacáridos que propician la entrada de agua en su molécula, solubilizando la fibra (11, 13, 14). Otros estudios, han demostrado que la mezcla de fitoesteroles con β -glucano concede propiedades anticolesterol. (12).

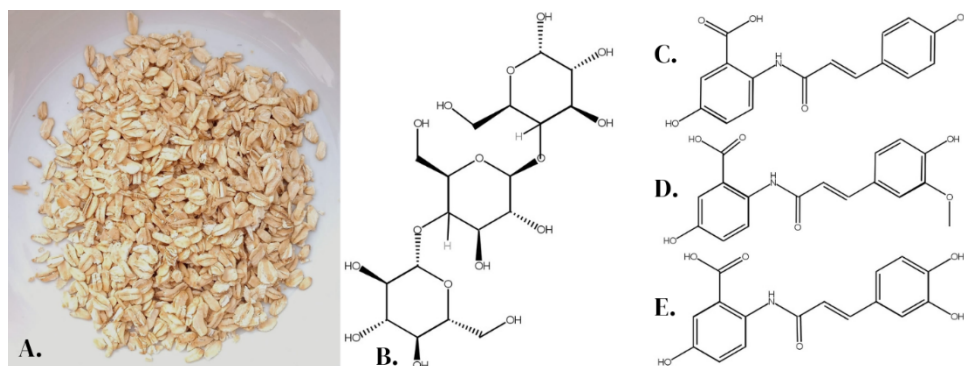


Figura 2. Principales nutraceuticos de la avena. A. Copos de Avena; B. Estructura química del β - glucano; C. Estructura química de la Avenantramida A; D. Estructura química de la Avenantramida B; E. Estructura química de la Avenantramida C.

Las avenantramidas (Avns) (Fig. 2) son un compuesto alcaloide fenólico particular de la avena (12,4 a 586,6 mg/kg de avenantramidas totales), presente mayormente en el salvado y el grano entero (11, 13). A la fecha, se ha reportado una amplia gama de más de 40 de ellas, siendo A, B y C las más abundantes. Estas se sintetizan principalmente a partir de fenilalanina para obtener ácido cinámico y formar algunos ácidos fenólicos. Estructuralmente, las Avns se componen de un Ácido hidroxicinámico (Avn A: ácido p-cumárico, Avn B: ácido ferúlico y Avn C: ácido cafeico) unido a un ácido antranílico por un enlace amida, y varían solo en el patrón de sustitución en las fracciones ácidas por la posición y/o número de los grupos hidroxilo y metoxi (11, 12, 15).

Las Avns poseen actividades antioxidantes (30 veces mayor que otros compuestos fenólicos), antiinflamatorias, anticancerígena y antitrombóticas (11, 13), ofreciendo efectos protectores contra enfermedades cardiovasculares, diabetes, inflamación intestinal, cáncer, obesidad, ciertos efectos dermatológicos, pérdida de audición e inclusive demencia (11, 15). La avena es una excelente fuente de fibra, nutrientes esenciales y metabolitos secundarios, por lo que se recomienda un consumo entre 20-40 g para obtener un potencial significativo de los efectos de cada compuesto presente en la avena (12, 14, 15).

Amaranto.

El amaranto (*Amaranthus spp.*), a pesar de su valor nutricional e importancia histórica, ha ganado reconocimiento en el sector nutraceutico hasta años recientes. La semilla de amaranto se cultivó por primera vez en América (México a Costa Rica) durante el periodo preclásico (4000 a.c). La fuente de evidencia más antigua proviene de una excavación arqueológica en una cueva en Tehuacán, México (2). Los granos de *huauhtli* (palabra náhuatl que significa "amaranto o semillas de amaranto") fueron cultivados y usados como alimento principal por las sociedades mesoamericanas. Según la cosmovisión mexicana, las semillas de amaranto surgieron de una de las orejas del dios del maíz, *Cintéotl*, y fueron entregadas a la humanidad como regalo divino (16). No obstante, después de la colonización de América, su uso disminuyó drásticamente (2).

El amaranto pertenece a la familia *Amaranthaceae* y se categoriza como pseudocereal (1). La división de las especies (50 – 70 especies en total) se basa en su método de utilización: amaranto de grano, vegetal, ornamental o maleza. El amaranto en grano incluye cuatro especies específicas: *A. hypocondricus*, *A. cruentus*, *A. caudatus* y *A. edulis*. Con una amplia gama de nutrientes, estos pseudocereales se consideran beneficiosos para muchos problemas de salud y, debido a la ausencia de gluten, proporcionan una opción alimentaria diferente para los pacientes con enfermedad celíaca, a diferencia del trigo y otros cereales que son ricos en gluten (2). En comparación con otros cereales básicos como el maíz, el trigo y el sorgo, el amaranto tiene un nivel de proteína más alto (14,0–15,5%), un contenido de grasa más bajo (7,5%) y un

mayor contenido de carbohidratos (60–68%). La mayoría de los granos de cereales naturalmente carecen del aminoácido esencial lisina; sin embargo, el amaranto es rico en lisina y, por lo tanto, tiene una composición de aminoácidos que satisface las necesidades de la dieta humana (1).

El amaranto es una fuente potencial de diversos compuestos bioactivos. Varios estudios se han centrado en las actividades biológicas de los compuestos fenólicos con capacidad antioxidante que previenen los radicales libres relacionados con el envejecimiento, como las especies reactivas de oxígeno. El principal compuesto fenólico detectado mediante la técnica analítica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, *por sus siglas en inglés*) es el ácido vainílico (Fig.3) (1). Este compuesto ejerce una bioactividad diversa, actuando en la prevención del desarrollo de cáncer, la obesidad, las enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares y hepáticas mediante la inhibición de las vías moleculares asociadas. Sus derivados también poseen el potencial terapéutico para tratar enfermedades autoinmunes, así como infecciones fúngicas y bacterianas. Debido a estos beneficios, el amaranto tiene un gran potencial para ser utilizado como nutraceutico gracias a la presencia del ácido vainílico (18).

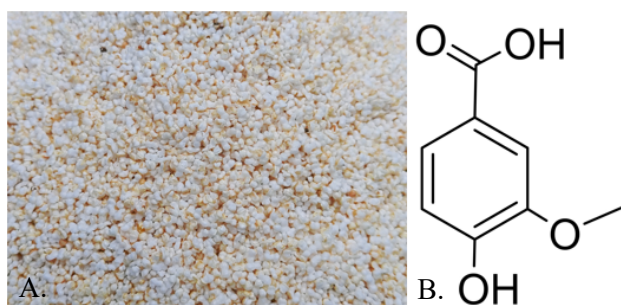


Figura 3. Principal nutraceutico del amaranto. A. Grano de amaranto B. Estructura química del ácido vainílico.

Linaza.

La linaza es una semilla proveniente de un cultivo oleaginoso, es decir, de una planta que se cultiva por su producción de aceite, que pertenece a la familia de las lináceas. Esta planta produce las pequeñas semillas color café que todos conocemos. Se ha cultivado desde hace más de 10,000 años, y actualmente los países con mayor producción son: Rusia, Canadá, Kazajistán y China. Estas semillas son ricas en el ácido alfa-linolénico (ALA, un ácido graso omega 3), y lignanos, éstos últimos, son un compuesto fenólico y metabolito secundario de esta planta. Estos compuestos, junto con la fibra, tienen diversas actividades biológicas que generan efectos benéficos en la salud (19).

La semilla de linaza contiene aproximadamente un 53% de ALA y un 19% de ácido oleico, lo que significa que tiene una proporción adecuada de ácidos grasos omega 3 y omega 6, explicando sus propiedades antiinflamatorias y antiproliferativas. El ALA de la linaza, al ser un ácido graso poliinsaturado, está asociado con la reducción del colesterol total en sangre, el colesterol “malo” o LDL (lipoproteína de baja densidad, por sus siglas en inglés), los triglicéridos y, por consecuencia, la presión arterial. Al mismo, aumenta el colesterol “bueno” o HDL (lipoproteína de alta densidad, por sus siglas en inglés), tanto en individuos sanos como con dislipidemia o sobrepeso. Además, se ha reportado que el consumo de linaza en porciones distribuidas a lo largo del día puede disminuir la glucemia (en ayuno) en personas con Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) (20).

La linaza, al ser una fuente rica en fibra (20% del peso de los granos), ayuda a reducir el estreñimiento y mejora la composición de la microbiota intestinal, aumentando las cepas de bacterias beneficiosas, como *Firmicutes*, *Bifidobacterium* o *Lactobacillus*, y disminuyendo las “malas”, como *Bacteroides*, lo cual contribuye a eliminar la disbiosis. Cuando la microbiota fermenta la linaza, produce ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que tienen efectos antiinflamatorios. Tener una microbiota intestinal saludable protege al cuerpo de infecciones, enfermedades y mejora el metabolismo. Por ello, el consumo habitual de fibra es crucial, y la linaza es una excelente fuente dietética de fibra. Las dosis utilizadas en los estudios para obtener estos efectos varían de 20-40 g de linaza al día. (21, 22).

Asimismo, la linaza es una de las fuentes más ricas en lignanos, que se consideran fitoestrógenos, análogos del estrógeno, el cual es una hormona sexual femenina que regula el ciclo menstrual e influye en la salud ósea, cardiovascular y del sistema nervioso. Su principal precursor en la linaza es el diglucósido de

secoisolariciresinol (SDG, 610-1300 mg/100 g linaza), el cual es transformado por la microbiota intestinal en sus metabolitos activos, que son el enterodiol (END) y la enterolactona (ENL) (20, 21). Los lignanos, al tener una estructura similar a los estrógenos, ofrecen varios efectos terapéuticos beneficiosos en mujeres posmenopáusicas, como el aumento de metabolitos protectores del estrógeno, disminución de los síntomas de la menopausia (v.g. bochornos) y la reducción de riesgo de osteoporosis y depresión. Por lo tanto, los lignanos pueden ser un potencial sustituto de las terapias hormonales en mujeres posmenopáusicas (21).

Es importante considerar la forma en que se consume la linaza. Su aceite contiene mayor cantidad de ALA, pero se oxida fácilmente, por lo que debe ser refrigerado y almacenado en un recipiente opaco durante un máximo 6 meses (3). La linaza entera puede conservarse en recipientes herméticos a temperatura ambiente hasta por 20 meses; sin embargo, esta presentación tiene un menor contenido en ALA y SDG, así como antinutrientes que pueden disminuir sus efectos benéficos y dañar la salud, aunque estos últimos pueden eliminarse mediante molienda y horneado. La linaza molida, con niveles similares de ALA al aceite y conservando sus lignanos, es una buena opción si se consume poco después de molerla y se almacena brevemente para evitar la oxidación (20, 22).

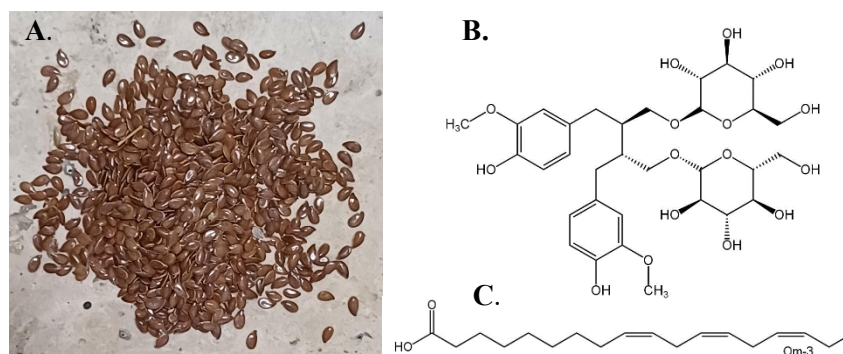


Figura 4. Principales compuestos nutraceuticos de la linaza. A. Linaza entera; B. Estructura química del secoisolariciresinol (SDG); C. Estructura química del ácido alfa-linoleico (ALA).

Cacao.

El cacao, perteneciente al género *Theobroma* y a la familia *Malvaceae*, es un árbol frutal originario de la Amazonía, con presencia en América central (México) y del sur (desde la Guayana Francesa hasta Bolivia). Se ha cultivado desde la época prehispánica (23). Los mayas fueron los primeros en cultivarlo, preparándolo con agua caliente, canela y pimienta. No solo los mayas lo incorporaron a su cultura; los aztecas lo utilizaban como moneda de cambio, y lo llamaban “alimento de los dioses”, presentándolo a Moctezuma. En 1528, Hernán Cortés lo transportó a Europa, donde los europeos adaptaron la receta y comenzaron a prepararlo con leche, convirtiéndolo una bebida muy popular (23).

Actualmente, el cacao se consume en todo el mundo en forma de chocolate. Sin embargo, estos granos (la semilla de cacao se convierte en grano después del proceso de fermentación) tienen un potencial que va mucho más allá de preparar un delicioso alimento representativo de la cultura mexicana; contienen compuestos que benefician a la salud (23). Algunos de estos compuestos son los polifenoles, metabolitos de esta planta a los que se les atribuyen propiedades antioxidantes debido a sus anillos fenólicos en la estructura y que constituyen hasta el 10% del peso de un grano entero. Los principales polifenoles presentes en el cacao son los flavanoles (el cacao tiene la mayor concentración conocida de ellos), la catequina y la epicatequina (24, 25).

Especialmente a la epicatequina se le atribuye el poder antioxidante del cacao, ya que reduce las especies reactivas de oxígeno (ROS) y de nitrógeno (RNS), moléculas inestables que pueden dañar a las células. Además, disminuye los niveles de malondialdehído (MDA) y mejoran la actividad de enzimas antioxidantes. Por otro lado, los flavanoles tienen un efecto protector cardiovascular al activar la enzima óxido nítrico sintasa endotelial, la cual genera óxido nítrico (NO), y ayuda a disminuir la presión arterial (23, 24). También, su consumo se relaciona con la disminución del colesterol total, colesterol LDL y triglicéridos, así como el aumento del colesterol HDL, ayudando a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (25, 26).

Los flavanoles de cacao también generan respuestas antiinflamatorias al disminuir la producción de citoquinas proinflamatorias y la producción de anticuerpos relacionados con la respuesta alérgica. Asimismo,

la microbiota, al metabolizar los flavonoles, produce ácido fenólico, el cual tiene propiedades antiinflamatorias. Se ha visto que el consumo de cacao tiene efecto en la diversidad de bacterias presentes en la microbiota, aumentando bacterias productoras de AGCC (24). Los flavanoles del cacao inhiben la actividad de las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa, implicadas en el aumento de la glucosa en sangre. Además, los flavanoles también ralentizan la digestión y absorción de carbohidratos en el intestino, evitando el aumento de la glucemia postprandial (24, 25, 26). También se ha visto que los flavonoides pueden aumentar la secreción de adiponectina, hormona que regula el metabolismo, y generar una respuesta de saciedad, lo que contribuye a la pérdida de peso (23, 24). Sumado a ello, también se le atribuye un papel en la función cerebral que podrían contribuir a mejorar trastornos neurodegenerativos (24).

Las dosis y presentación del cacao utilizadas en los estudios son heterogéneas, sin embargo, pero, un intervalo aproximado sería consumir 20-30 g de chocolate negro con al menos 75% de cacao de 3-4 veces por semana. Se debe tener en cuenta que la mayoría de los productos comerciales de chocolate y cacao contienen pocos flavonoles y son ricos en azúcares, calorías y grasas saturadas, lo que puede traer efectos adversos a la salud. Por ello, para obtener sus beneficios, se debe optar por chocolate negro o amargo sin azúcar y con alto porcentaje de cacao, o consumir el grano tostado directamente. En los procesos de fermentación, tostado y alcalinización para obtener chocolate, el cacao puede perder hasta 10 veces su contenido en polifenoles (24). Si bien, el chocolate amargo tiene menor cantidad de flavanoles que la semilla de cacao sin procesar, sigue siendo una gran alternativa frente a el chocolate a base de leche, conservando las propiedades mencionadas anteriormente.

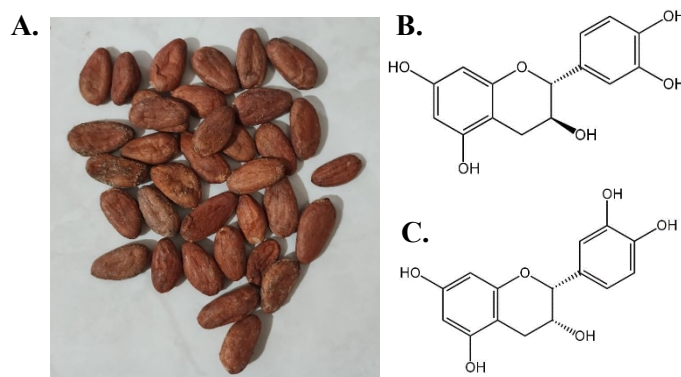


Figura 5. Principales compuestos nutraceuticos del cacao. A. Grano de cacao; B. Estructura química de la catequina; C. Estructura química de la epicatequina.

Semilla de calabaza.

La calabaza, perteneciente al género *Curcubita* y a la familia *Cucurbitaceae*, incluye varias especies económicamente importantes, como *C. moschata*, *C. maxima*, *C. ficifolia*, *C. pepo* L. y *C. mixta* (27). La calabaza fue la primera planta cultivada en Mesoamérica, con una domesticación que se remonta a hace aproximadamente 10, 000 años. Las variedades de calabazas que se consumen en el mundo provienen de especies domesticadas en México (28).

Todas las partes del fruto de la calabaza (cascara, pulpa, semillas) son comestibles y ricas en compuestos nutraceuticos beneficiosos. Las semillas de calabaza tienen un alto contenido de lípidos de buena calidad (37,8%–45,4%) que se componen de muchos ácidos grasos esenciales y no esenciales, incluidos los ácidos grasos ω -3, ω -6 y ω -9. Las proteínas también se encuentran en cantidad abundante en las semillas de calabaza (25,2%–37,0%). Además, estas semillas son un depósito de muchos minerales vitales como Fósforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (K), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Calcio (Ca), Sodio (Na), Manganeseo (Mn), Selenio (Se) y Cobre (Cu) (27).

Las semillas de calabaza también contienen muchos compuestos bioactivos que actúan como metabolitos clave en alimentos funcionales, promoviendo la salud y previniendo enfermedades. Algunos de ellos están presentes en la fracción lipídica de las semillas de calabaza como los fitoesteroles, tocoferoles y escualeno. Aunque, el escualeno ha sido obtenido del aceite de hígado de tiburón por mucho tiempo, esta práctica en la pesca imprudente, lo que ha llevado a la extinción de muchas especies. Por lo que, las semillas de calabaza son una alternativa sostenible y ética para la obtención de escualeno (29).

El escualeno, se clasifica como un isoprenoide (compuesto por 30 carbonos que posee seis grupos prenil) (Fig.6). La estabilidad y el potencial antioxidante de esta molécula es resultado de sus seis unidades de isopreno. El escualeno protege la función mitocondrial del hígado al eliminar especies reactivas de oxígeno y ayuda a prevenir trastornos relacionados con la edad. Además, las aplicaciones tópicas de escualeno están ganando popularidad en el tratamiento de trastornos de la piel como acné, psoriasis, lesiones cutáneas y dermatitis seborreica y atópica (29).

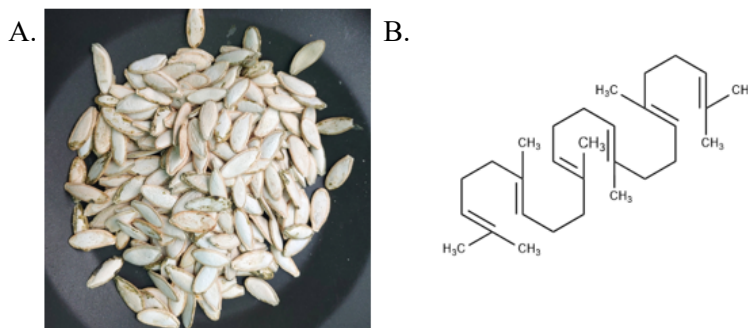


Figura 6. Nutraceutico de importancia de la semilla de calabaza. A. Semilla de *C. pepo* L. B. Estructura química del escualeno.

El escualeno está vinculado a la reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos. Esta reducción del colesterol puede ocurrir debido a la síntesis y excreción de bilis por el hígado, influenciada por cambios en la expresión génica de enzimas clave. Se ha informado que el escualeno también actúa como potenciador de los efectos de algunos fármacos reductores del colesterol LDL, aumentando a su vez los niveles de colesterol HDL. Por su parte, se ha reportado que el escualeno posee un efecto protector a las células contra la toxicidad quimioterapéutica. Esto se demostró en un estudio de toxicidad inducida por cisplatino en el que el escualeno protegió las células normales de la médula ósea, pero no a las células cancerígenas (29).

Rizomas

Un rizoma es un tallo subterráneo que crece horizontalmente y posee múltiples yemas. Estas yemas generan raíces y brotes herbáceos en los nudos del rizoma, que también actúa como un órgano de almacenamiento de nutrientes. (30)

Cúrcuma.

La cúrcuma, derivada del rizoma de *Cúrcuma longa* L., una planta tropical nativa de la India y el sudeste asiático que se ha utilizado durante siglos como especia, tinte y con propiedades medicinales. Estructuralmente la cúrcuma tiene diferentes polifenoles relacionados (curcuminoides), que son la curcumina (≈75%), la demetoxicurcumina (≈20%) y la bisdemetoxicurcumina (≈5%) de los cuales la molécula de curcumina (Fig. 7) (31, 32), es ampliamente estudiada ya que posee efectos antioxidantes, antiinflamatorios, inmunomodulares, antireumáticos, anticancerígenos, entre otros (31, 32, 33).

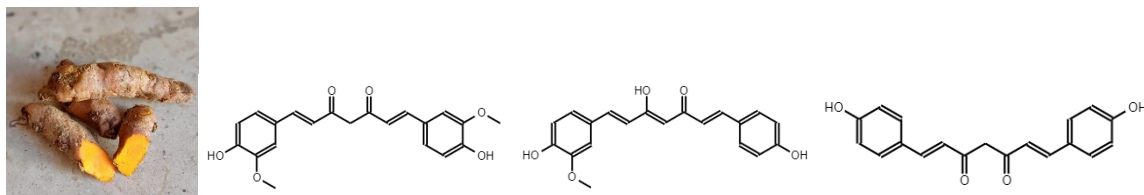


Figura 7. De izquierda a derecha: Imagen cúrcuma Curcumina (1,7-bis(4-hidroxi-3-metoxifenol) -1,6-heptadieno-3,5-diona), demetoxicurcumina, bisdemetoxicurcumina

Todos los estudios descritos han demostrado que dosis de hasta 12 g por día de curcumina son seguras, tolerables y no tóxicas (32). Pero, una revisión de aproximadamente 389 estudios reportó que el uso diario de curcumina durante un período de aproximadamente 3 meses con dosis diferentes a 12g/ día tiene efectos positivos en el tratamiento de trastornos metabólicos, musculoesqueléticos, neuropsiquiátricos y

gastrointestinales como colitis ulcerosa. También se ha demostrado que es beneficiosa en la reducción de síntomas del asma y cáncer de próstata, así como en la mejora de la respuesta a la quimioterapia y/o radiación en casos de cáncer de mama y otros tumores sólidos (31).

Es importante mencionar que la curcumina tiene limitaciones y efectos secundarios. Una de las principales limitaciones para establecer una dosis terapéutica adecuada es que su metabolismo puede variar de una persona a otra debido a su baja tasa de absorción en el tracto gastrointestinal, su rápida eliminación del cuerpo y las diferentes presentaciones de las formulaciones (32, 33). Entre los efectos secundarios más frecuentemente reportados asociados con la curcumina se encuentran los síntomas gastrointestinales, como diarrea, dolor abdominal, flatulencia, heces amarillas, dispepsia, náuseas, vómitos y estreñimiento. También se han reportado dolor de cabeza y mareos. (31) Además, como cualquier medicamento es vital supervisarse medicamente en mujeres embarazadas, lactantes o pacientes que estén bajo tratamiento médico específico (32).

Jengibre.

El jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), miembro de la familia de las Zingiberáceas, ha sido parte de estrategias de curación en Asia, India, Europa y Medio Oriente durante siglos para el tratamiento de trastornos como la artritis, malestar estomacal, asma, diabetes e irregularidades menstruales, entre otros (34). Es una planta que contiene alrededor de 400 compuestos bioactivos que contribuyen a sus reconocidas propiedades biológicas. Entre estos compuestos se encuentran los fenoles, terpenos, lípidos y carbohidratos, siendo los primeros dos los responsables de sus efectos farmacológicos. Dentro de los compuestos fenólicos destacan los gingeroles, shogaoles, paradoles y la zingerona (35).

En el jengibre fresco, los gingeroles como el 6-gingerol, 8-gingerol y 10-gingerol son los principales polifenoles. Con el tratamiento térmico o el almacenamiento prolongado, estos gingeroles pueden transformarse en shogaoles como el 6-gingerol que se convierte en 6-shogaol, que es más estable y presenta mayores efectos farmacológicos, posteriormente estos shogaoles pasan a ser paradoles mediante hidrogenación. Todos estos compuestos han demostrado una alta actividad antioxidante. (36, 37) El 6-gingerol puro, es el componente principal del jengibre quien ha mostrado efectos antiinflamatorios, analgésicos y cardiotónicos. Otra forma derivada del jengibre es la zingerona, que se produce cuando el jengibre fresco se expone a altas temperaturas. Estudios sugieren que, para preservar su efectividad, es recomendable hervirlo a aproximadamente 70 grados centígrados durante un máximo de 10 minutos (38, 39).

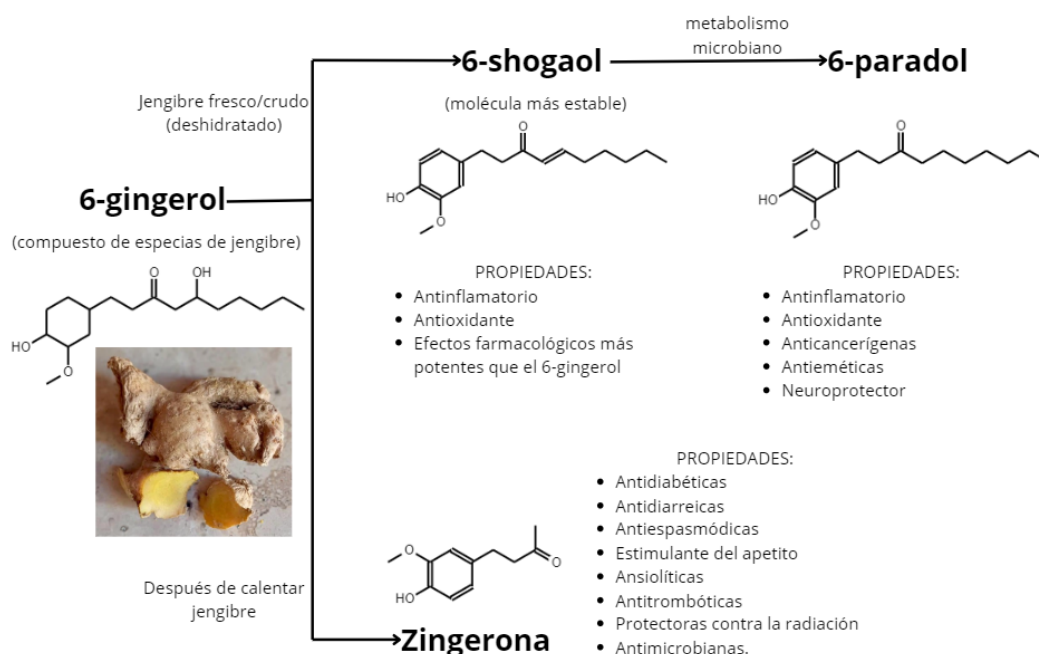


Figura 8. Propiedades y estructura de los 4 compuestos principales del jengibre. Adaptado (21)

Conociendo los diversos productos que tiene el jengibre, es importante analizar cuál función queremos tener para saber cómo consumir el producto, por ejemplo, en el jengibre fresco tenemos al [6]-Gingerol que ha comprobado ser antitumoral, antiangiogénico, antimetastásico, antiinflamatorio, cardioprotector, neuroprotector y otros trastornos como la pérdida de cabello, los síndromes de hiperpigmentación, la obesidad y el daño hematopoyético (40). Incluir el jengibre en la dieta puede estar asociados con un menor riesgo de desarrollar cáncer además de incluir múltiples beneficios. Estos compuestos tienen propiedades protectoras contra el cáncer a través de su efecto en una variedad de vías biológicas involucradas en la apoptosis, inhibición de la angiogénesis, regulación del ciclo celular y actividad citotóxica (34).

Los shogaoles son los componentes más abundantes en el rizoma seco posee propiedades antioxidantes, anticancerígenas, antieméticas y neuroprotector, especialmente ayuda a la reducción del deterioro de la memoria (23, 37).

La zingerona, que se produce al calentar el jengibre fresco, posee acciones antidiabéticas, antidiarreicas, antiespasmódicas, estimulante del apetito, ansiolíticas, antitrombóticas, protectoras contra la radiación y antimicrobianas (38, 41). Además, los terpenos derivados del jengibre, como el α -zingiberene, camphene, α -curcumene, β -sesquiphellandrene, α -farnesene, β -bisabolene y α -pineno, son conocidos por ayudar a prevenir niveles altos de azúcar en sangre, actuar como analgésicos y protectores del tejido gástrico (40).

Legumbres

Alfalfa.

La Alfalfa (*Medicago Sativa*), cuyo nombre proviene de la combinación de “la médica hierba” en griego antiguo y de “la herba médica” en latín, es una planta perenne que pertenece a la familia de las *Fabáceas* (fijadoras de nitrógeno). Sus orígenes se describen desde el 1300 a. C. en la antigua Persia (actualmente Irán, Irak, Armenia y Turquía, entre otros) como forraje de caballos. Posteriormente, se expandió desde Europa a través de la antigua Grecia y Roma hasta España; y llegó a América durante la colonización, iniciando en México, hacia EE. UU., recorriendo todo el suroeste. (42, 43)

El alto valor nutricional que la alfalfa posee es gracias a su contenido proteico (2000-3000 kg/ha, 3 veces más que la soja y 4 veces más que el trigo) (44), así como a su riqueza en minerales, vitaminas y fitobióticos. Estos beneficios provienen de sus metabolitos secundarios, presentes en productos de consumo animal (forraje verde o seco) (45), como en productos de consumo humano tales como aguas aromatizadas o zumos marrones a partir del concentrado de proteína foliar de la alfalfa (45, 46). Los brotes de alfalfa también pueden incorporarse en ensaladas (45, 47), y la harina, utilizarse en galletas sin gluten puesto que se ha reportado que las semillas de alfalfa secas ofrecen una ventaja al carecer de gluten. En comparación con la harina refinada de trigo, contiene mayores contenidos de fibra bruta y concentraciones más altas de ácidos grasos poliinsaturados que contribuyen a la reducción de lipoproteínas de baja densidad (LDL por sus siglas en inglés) (48).

La actividad fitobiótica varía dependiendo del tipo de cultivo, tejido y etapa de desarrollo. Los metabolitos secundarios más cuantiosos son las saponinas, cumarinas, flavonoides, fitoesteroles (Fig. 9), tocoferoles, entre muchos otros. Entre las saponinas con mayor presencia en la alfalfa es el ácido medicagénico, (49) que se ubica mayormente en las raíces y partes aéreas de la planta registrando una bioactividad antioxidante, antidiabética, antifúngica, antiviral, antiinflamatoria, anticancerígena, antibacteriana (contra levaduras y cepas bacterianas) y antiarteriosclerótica al inhibir la colesterol esterasa, la acetil coenzima y la enzima carboxilasa, evitando así la síntesis de ácidos grasos en el cuerpo y equilibrando la presencia de las lipoproteínas LDL (43, 47). La escopoletina por su parte, es la cumarina presente en la alfalfa que confiere propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas (43). Así mismo, los flavonoides (siendo la quercetina la más representativa y presente sustancialmente desde los brotes de la alfalfa) se encargan de reducir la inflamación, el riesgo de enfermedades cardiovasculares y ciertas afecciones de la diabetes (46, 47). Los fitoesteroles (stigmasterol) poseen una estructura similar al colesterol, teniendo una actividad importante dentro del cuerpo al reducir los niveles del colesterol sérico, favoreciendo el efecto antioxidante y antiinflamatorio (43, 45).



Figura 9. Principales nutraceuticos de la alfalfa. A. Planta de alfalfa; B. Estructura química del Ácido Medicagénico; C. Estructura química de la Quercetina; D. Estructura química de la Escopoletina; E. Estructura química del Estigmasterol.

Conclusión

Los alimentos funcionales y nutraceuticos presentes en la dieta de los mexicanos desde tiempos prehispanicos deberian de ser la primera opcion antes de los alimentos procesados ya que representan prevencion y/o tratamiento complementario para distintas enfermedades crónico-degenerativas. Incluirlos en nuestra dieta diaria sin duda puede mejorar nuestra calidad de vida al ser una fuente de biomoléculas con diversas propiedades medicinales. Sin embargo, será considerar que aún es necesario realizar estudios químicos y biológicos de muchos de ellos que respalden su composición para poder ser consumidos de manera segura y efectiva.

Bibliografía/Referencias

1. Jan, N., Hussain, S. Z., Naseer, B., & Bhat, T. A. (2023). Amaranth and quinoa as potential nutraceuticals: A review of anti-nutritional factors, health benefits and their applications in food, medicinal and cosmetic sectors. *Food Chemistry*, X, 18, 100687. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100687>
2. Martínez-López, A., Del Carmen Millán-Linares, M., Rodríguez-Martín, N. M., Millán, F., & La Paz, S. M. (2020). Nutraceutical value of kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). *Journal Of Functional Foods*, 65, 103735. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103735>
3. Almaraz, N., Ávila, J., Delgado A., Naranjo-Jiménez N. y Herrera, J. (2006) El metabolismo secundario de las plantas, un nuevo concepto. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8292/1/METABOLISMO%20SECUNDARIOALMARAZ.pdf>
4. Balasundram, N., SundramK., Samman, S. (2006) Phenolic compounds in plants and agroindustrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses *Food chemistry* 99: 191-203.
5. Nehmi-Filho, V., De Freitas, J. A., Franco, L. A. M., Da Silva Fonseca, J. V., Martins, R. C. R., Santamarina, A. B., Murata, G. M., Sabino, E. C., Souza, E., Ferreira, M. T., Otoch, J. P., & Pessoa, A. F. M. (2023). Novel Nutraceutical (silymarin, yeast β -glucan, prebiotics, and minerals) shifts gut microbiota and restores large intestine histology of diet-induced metabolic syndrome mice. *Journal Of Functional Foods*, 107, 105671. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105671>
6. Nasri, H., Baradaran, A., Shirzad, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2014). *New Concepts in Nutraceuticals as Alternative for Pharmaceuticals*. PubMed Central (PMC). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4336979/>
7. Contor, L. (1998). Functional Food Science in Europe. *British Journal Of Nutrition*, 80(S1), i-ii. <https://doi.org/10.1079/bjn19980101>
8. Symposium, I. C. F. R. I. E. F. H. (1998). Food and Material Culture: Proceedings of the Fourth Symposium of the International Commission for Research Into European Food History. John Donald.
9. Das, L., Bhaumik, E., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2011). Role of nutraceuticals in human health. *Journal Of Food Science And Technology/Journal Of Food Science And Technology*, 49(2), 173-183. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0269-4>
10. Baidhe, E., & Clementson, C. L. (2024). A review of the application of modeling and simulation to drying systems for improved grain and seed quality. *Computers And Electronics In Agriculture*, 222, 109094. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109094>

11. Kim, I.-S., Hwang, C.-W., Yang, W.-S., & Kim, C.-H. (2021). Multiple antioxidative and bioactive molecules of oats (*Avena sativa* L.) in human health. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 10(9), 1454. <https://doi.org/10.3390/antiox10091454>
12. Quiñones-Muñoz, T. A., Villanueva-Rodríguez, S. J., & Torruco-Uco, J. G. (2022). Nutraceutical Properties of *Medicago sativa* L., *Agave* spp., *Zea mays* L. and *Avena sativa* L.: A Review of Metabolites and Mechanisms. *Metabolites*, 12(9), 806. <https://doi.org/10.3390/metabo12090806>
13. Alemayehu, G. F., Forsido, S. F., Tola, Y. B., & Amare, E. (2023). Nutritional and phytochemical composition and associated health benefits of oat (*Avena sativa*) grains and oat-based fermented food products. *TheScientificWorldJournal*, 2023, 2730175. <https://doi.org/10.1155/2023/2730175>
14. Chen, O., Mah, E., Dioum, E., Marwaha, A., Shanmugam, S., Malleshi, N., Sudha, V., Gayathri, R., Unnikrishnan, R., Anjana, R. M., Krishnaswamy, K., Mohan, V., & Chu, Y. (2021). The role of oat nutrients in the immune system: A narrative review. *Nutrients*, 13(4), 1048. <https://doi.org/10.3390/nu13041048>
15. Pretorius, C. J., & Dubery, I. A. (2023). Avenanthramides, distinctive hydroxycinnamoyl conjugates of oat, *Avena sativa* L.: An update on the biosynthesis, chemistry, and bioactivities. *Plants*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/plants12061388>
16. Kim, S. J., Jung, C. W., Anh, N. H., Kim, S. W., Park, S., Kwon, S. W., & Lee, S. J. (2021). Effects of oats (*Avena sativa* L.) on inflammation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Nutrition*, 8, 722866. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.722866>
17. Araujo-León, J., Sánchez-Del Pino, I., Aguilar-Hernández, V., Peraza-Sánchez, S., Ortiz-Andrade, R., Xingú-López, A., Brito-Argáez, L., Alcocer Espejel, J. El amaranto o huauhtli sagrado del México prehispánico y alimento de alto valor nutricional del México contemporáneo. (2023). Desde el Herbario CICY.
18. Kaur, J., Gulati, M., Singh, S. K., Kuppusamy, G., Kapoor, B., Mishra, V., Gupta, S., Arshad, M. F., Porwal, O., Jha, N. K., Chaitanya, M., Chellappan, D. K., Gupta, G., Gupta, P. K., Dua, K., Khursheed, R., Awasthi, A., & Corrie, L. (2022). Discovering multifaceted role of vanillic acid beyond flavours: Nutraceutical and therapeutic potential. *Trends In Food Science & Technology*, 122, 187-200. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.023>
19. Moyse, J., Lecomte, S., Marcou, S., Mongelard, G., Gutierrez, L., & Höfte, M. (2023). Descripción general y manejo de las enfermedades eucariotas más comunes del lino (*Linum usitatissimum*). *Plants* (Basilea, Suiza), 12(15), 2811. <https://doi.org/10.3390/plants121528>
20. Nowak, W., & Jeziorek, M. (2023). El papel de la linaza en la mejora de la salud humana. *Healthcare* (Basilea, Suiza), 11(3), 395. <https://doi.org/10.3390/healthcare11030395>
21. Jang, W. Y., Kim, M. Y., & Cho, J. Y. (2022). Efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antimenopáusicos y anticancerígenos de los lignanos y sus metabolitos. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 23(24), 15482. <https://doi.org/10.3390/ijms232415482>
22. Mueed, A., Shibli, S., Korma, S. A., Madjirebaye, P., Esatbeyoglu, T., & Deng, Z. (2022). Compuestos bioactivos de linaza: composición química, propiedades funcionales, aplicaciones alimentarias y microbios intestinales relacionados con los beneficios para la salud. *Alimentos* (Basilea, Suiza), 11(20), 3307. <https://doi.org/10.3390/foods11203307>
23. Jean-Marie, E., Jiang, W., Bereau, D., & Robinson, J. C. (2022). *Theobroma cacao* y *Theobroma grandiflorum*: Botánica, composición y actividades farmacológicas de vainas y semillas. *Alimentos* (Basilea, Suiza), 11(24), 3966. <https://doi.org/10.3390/foods11243966>
24. Montagna, M. T., Diella, G., Triggiano, F., Caponio, G. R., De Giglio, O., Caggiano, G., Di Ciaula, A., & Portincasa, P. (2019). Chocolate, "Alimento de los Dioses": Historia, Ciencia y Salud Humana. *Revista internacional de investigación ambiental y salud pública*, 16(24), 4960. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244960>
25. Escutia-Gutiérrez, R., Sandoval-Rodríguez, A., Galicia-Moreno, M., Rosas-Campos, R., Almeida-López, M., Santos, A., & Armendáriz-Borunda, J. (2023). Alimentos ancestrales mexicanos (*Theobroma cacao*, *Opuntia ficus indica*, *Persea americana* y *Phaseolus vulgaris*) Suplementación con variables antropométricas, lipídicas y de control glucémico en pacientes obesos: una revisión sistemática y metaanálisis. *Alimentos* (Basilea, Suiza), 12(6), 1177. <https://doi.org/10.3390/foods12061177>
26. Tan, T. Y. C., Lim, X. Y., Yeo, J. H. H., Lee, S. W. H., & Lai, N. M. (2021). Los efectos del chocolate y el cacao en la salud: una revisión sistemática. *Nutrientes*, 13(9), 2909. <https://doi.org/10.3390/nu13092909>
27. Singh, A., & Kumar, V. (2023). Pumpkin seeds as nutraceutical and functional food ingredient for future: A review. *Grain & Oil Science And Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2023.12.002>
28. Valdivia-Bernal, R., Vera-Sánchez, K. S., Ruelas-Hernández, P. G., & Arrieta-Ramos, B. G. (2020). Distribución actual, potencial y ecofisiográfica de especies de calabaza en Nayarit, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(3), 335. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.3.335>
29. Kumar, L. R., Tejpal, C., Anas, K., Chatterjee, N., Anandan, R., Mathew, S., & Ravishankar, C. (2023). Squalene: bioactivity, extraction, encapsulation, and future perspectives. En *Elsevier eBooks* (pp. 409-419). <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-95086-2.00038-2>
30. Quer, P. F. (1985). *Diccionario de botánica*. Labor Publications.
31. Panknin, T. M., Howe, C. L., Hauer, M., Buccireddigari, B., Rossi, A. M., & Funk, J. L. (2023). Curcumin Supplementation and Human Disease: A Scoping Review of Clinical Trials. *International Journal Of Molecular Sciences*, 24(5), 4476. <https://doi.org/10.3390/ijms24054476>
32. Pivari, F., Mingione, A., Brasacchio, C., & Soldati, L. (2019). Curcumin and Type 2 Diabetes Mellitus: Prevention and Treatment. *Nutrients*, 11(8), 1837. <https://doi.org/10.3390/nu11081837>
33. Jabczyk, M., Nowak, J., Hudzik, B., & Zubelewicz-Szkodzińska, B. (2021). Curcumin in Metabolic Health and Disease. *Nutrients*, 13(12), 4440. <https://doi.org/10.3390/nu13124440>
34. Singletary, K. (2010). Ginger. *Nutrition Today*, 45(4), 171-183. <https://doi.org/10.1097/nt.0b013e3181ed3543>

35. Mao, Q. Q., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Gan, R. Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H. B. (2019). Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods* (Basel, Switzerland), 8(6), 185. <https://doi.org/10.3390/foods8060185>
36. Ballester, P., Cerdà, B., Arcusa, R., Marhuenda, J., Yamedjeu, K., & Zafrilla, P. (2022). Effect of Ginger on Inflammatory Diseases. *Molecules/Molecules Online/Molecules Annual*, 27(21), 7223. <https://doi.org/10.3390/molecules27217223>
37. Arcusa, R., Villaña, D., Marhuenda, J., Cano, M., Cerdà, B., & Zafrilla, P. (2022). Potential Role of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in the Prevention of Neurodegenerative Diseases. *Frontiers In Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.809621>
38. Choi, J. G., Kim, S. Y., Jeong, M., & Oh, M. S. (2018). Pharmacotherapeutic potential of ginger and its compounds in age-related neurological disorders. *Pharmacology & Therapeutics*, 182, 56-69. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2017.08.010>
39. Zagórska, J., Czernicka-Boś, L., Kukula-Koch, W., Ilowiecka, K., & Koch, W. (2023). Impact of Thermal Processing on the Selected Biological Activities of Ginger Rhizome-A Review. *Molecules* (Basel, Switzerland), 28(1), 412. <https://doi.org/10.3390/molecules28010412>
40. Kiyama R. (2020). Nutritional implications of ginger: chemistry, biological activities and signaling pathways. *The Journal of nutritional biochemistry*, 86, 108486. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108486>
41. Ahmad, B., Rehman, M. U., Amin, I., Arif, A., Rasool, S., Bhat, S. A., Afzal, I., Hussain, I., Bilal, S., & Mir, M. U. (2015). A Review on Pharmacological Properties of Zingerone (4-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-butanone). *TheScientificWorldJournal*, 2015, 816364. <https://doi.org/10.1155/2015/816364>
42. E., Delgado Enguita, Ignacio, & Chocarro Gómez, Cristina. (2020). La alfalfa. *Universitat de Lleida. (A) [LIBRO]*
43. Shah, M. S., Supriya, D., Mayuri, G., & Oswal, D. R. J. (2020). Una revisión sistemática sobre una de las plantas con potencial nutracéutico medicago sativa (alfalfa). *Revista Mundial de Investigación Farmacéutica*, 7, 683-700
44. Rafińska, K., Pomastowski, P., Wrona, O., Górecki, R., & Buszewski, B. (2017). *Medicago sativa* as a source of secondary metabolites for agriculture and pharmaceutical industry. *Phytochemistry Letters*, 20, 520–539. <https://doi.org/10.1016/j.phyto.2016.12.006>
45. Quiñones-Muñoz, T. A., Villanueva-Rodríguez, S. J., & Torruco-Uco, J. G. (2022). Nutraceutical Properties of *Medicago sativa* L., *Agave* spp., *Zea mays* L. and *Avena sativa* L.: A Review of Metabolites and Mechanisms. *Metabolites*, 12(9), 806. <https://doi.org/10.3390/metabo12090806>
46. Barna, D., Alshaal, T., Tóth, I. O., Cziáky, Z., Fári, M. G., Domokos-Szabolcsy, É., & Bákonny, N. (2022). Perfil de metabolitos bioactivos y propiedades antioxidantes del jugo marrón, un subproducto procesado de la alfalfa (*Medicago sativa*). *Heliyon*, 8(11)
47. Aloo, S. O., Ofosu, F. K., Kilonzi, S. M., Shabbir, U., & Oh, D. H. (2021). Edible plant sprouts: Health benefits, trends, and opportunities for novel exploration. *Nutrients*, 13(8), 2882. <https://doi.org/10.3390/nu13082882>
48. Giuberti, G., Rocchetti, G., Sigolo, S., Fortunati, P., Lucini, L., & Gallo, A. (2018). Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa* L.) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality characteristics. *Food Chemistry*, 239, 679–687. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.004>
49. Cui, Y., Liu, B., Sun, X., Li, Z., Chen, Y., Guo, Z., Liu, H., Li, D., Wang, C., Zhu, X., & Shi, Y. (2020). Protective effects of alfalfa saponins on oxidative stress-induced apoptotic cells. *Food & Function*, 11(9), 8133–8140. <https://doi.org/10.1039/d0fo01797c>